

### Fuzzy Logic Toolbox von MATLAB

Mit der *Fuzzy Logic Toolbox* kann man einen Fuzzy-Regler direkt über die *command-line* oder über eine graphische Benutzeroberfläche erstellen. Danach kann der Fuzzy-Regler in einen MATLAB/Simulink-Block übertragen und getestet werden.

#### Fuzzy-Inferenz System (FIS-Editor)

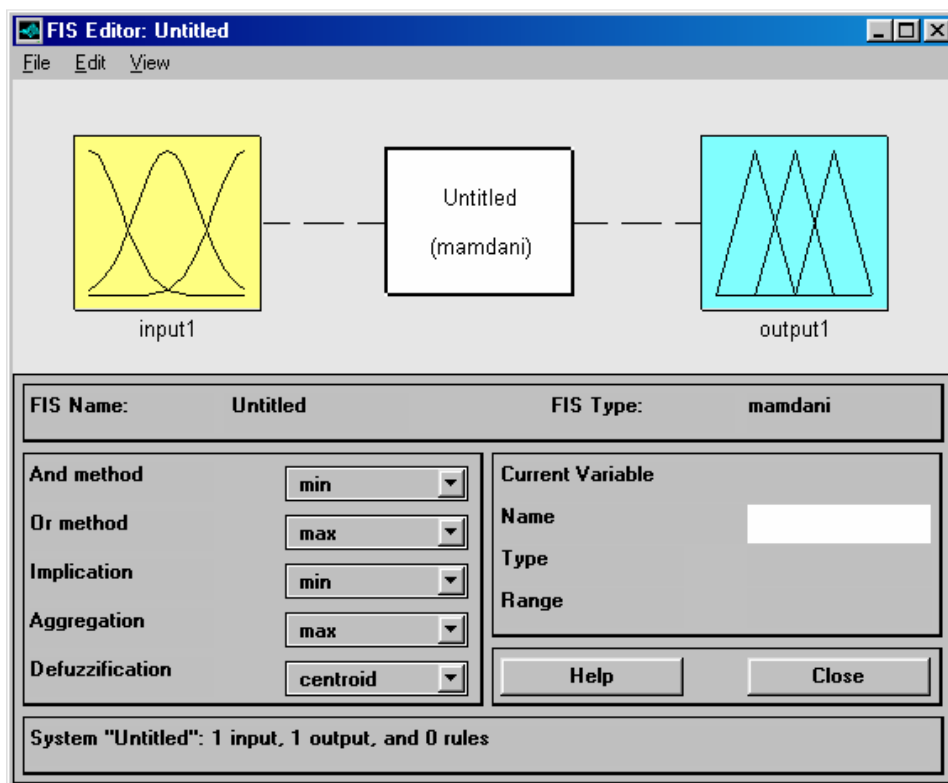
Die graphische Oberfläche des FIS-Editors wird über das MATLAB-Command Fenster mit dem Befehl

» fuzzy  
aufgerufen. Hier kann man:

- die Ein- und Ausgangszugehörigkeitsfunktionen durch *Doppelklick* auf Symbole erstellen bzw. zuweisen
- die Reglerart zwischen Mamdani- oder Sugeno wählen
- die Fuzzy- Operatoren und die Defuzzifizierungsmethode durch Pop-Up Menüs bestimmen.

Um eine vorhanden Datei, z. B. *tipper1.fis* aufrufen, wird der Dateinamen eingegeben:

» fuzzy tipper1

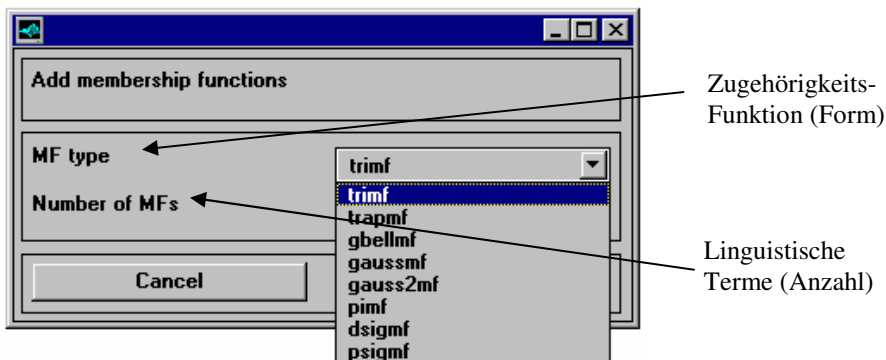


Graphische Oberfläche des FIS-Editors (*Fuzzy Inference System*)

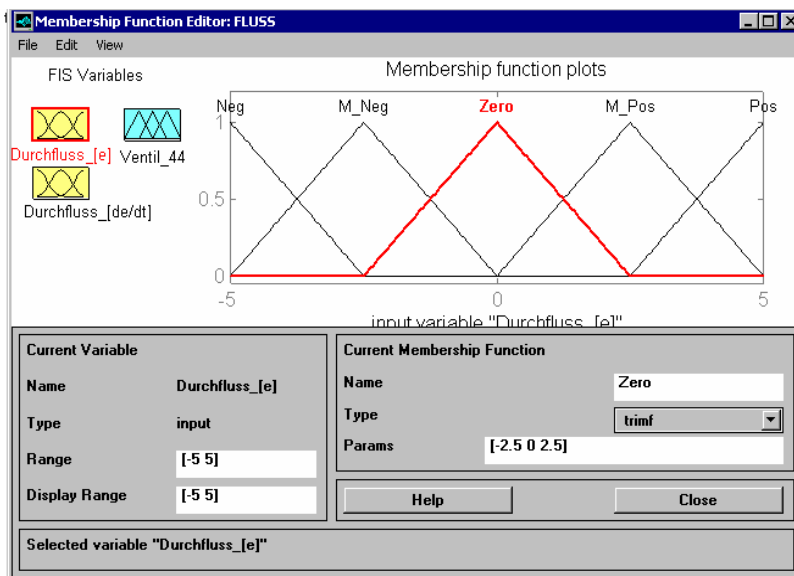
### Einstellen der Zugehörigkeitsfunktionen

Nachfolgend wird die Erstellung eines PD-Fuzzy-Reglers für die Regeldifferenz  $e$  (Durchfluss) und die Ableitung  $de/dt$  mit der Stellgröße  $Ventil_{44}$  beschrieben. Durch Doppelklick auf das *Input-Symbol* öffnet sich eine Benutzeroberfläche, mit der die Zugehörigkeitsfunktionen für die Größe *Durchfluss* erstellt wird. In dem Pull-Down Menü *Edit* wird *Add MFs..* ausgewählt. Es erscheint eine Bedienoberfläche,

Zunächst sind die Anzahl der linguistischen Terme und die Darstellungsform (Dreieck, Trapez usw.) der Zugehörigkeitsfunktionen zu bestimmen. Danach werden die Wertebereiche der Variablen und die Stützstellen der linguistischen Terme angegeben, wie für die Eingangsvariable *Durchfluss* ( $e$ ) gezeigt ist. Nach gleicher Vorgehensweise erfolgen die Einstellungen für den zweiten Reglereingang ( $de/dt$ ), sowie für die Ausgangszugehörigkeitsfunktionen ( $Ventil_{44}$ ).



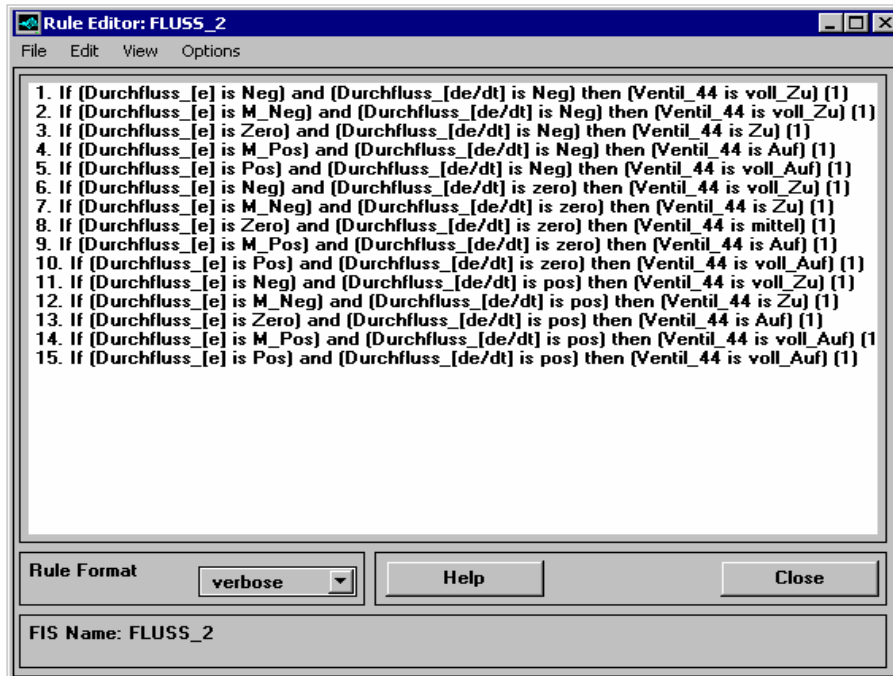
Auswahl der Zugehörigkeitsfunktionen



Benutzeroberfläche mit angegebener Eingangsvariable *Durchfluss* ( $e$ )

### Erstellen der Regelbasis

Mit dem Pull-Down Menü *View*, dann *Edit Rules*, oder durch einen Doppelklick auf das Reglersymbol, wird der Editor für die Regelbasis geöffnet. Die Regeln können über ein Pop-Up Menü (*Rule Format*) in drei Abbildungsweisen dargestellt werden. Das Format *indexed* ist eine Matrixdarstellung mit MATLAB, die die Regelbasis intern verarbeitet.



Regelbasis des Fuzzy-Regler für die Regelgröße *Durchfluss (e)*

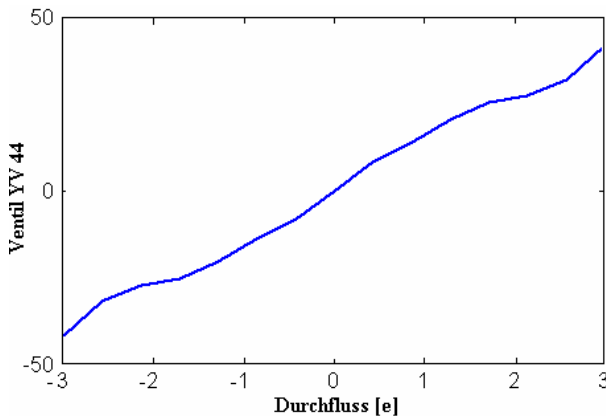
Mit dem Pull-Down Menü *View*, dann *View Rules* öffnet sich ein Fenster, das die Regelbasis mit den Eingangsvariablen *e* und *de/dt* und der zugehörigen Ausgangsvariablen *Ventil\_44* zeigt.

### Kennfeld und Kennlinien

Mit dem Pull-Down Menü *View*, dann *View Surface* öffnet sich ein Fenster, das das Übertragungsverhalten des Fuzzy-Reglers durch ein Kennfeld beschreibt.

Die *X*- und die *Y*-Größen des Kennfelds können aus den beiden Eingangsvariablen über *Pop-Up Menüs* ausgewählt werden. Mit der Maus kann man die 3-D-Darstellung so verändern, das man sie aus verschiedenen Blickrichtungen betrachten kann. Über *X*- und *Y*-*grids* werden die Gitternetzlinien für das Kennfeld eingestellt.

Im geöffneten Fenster lassen sich statische Kennlinien des Reglers über die Pop-Up-Menüs *X-Input* und *Y-Input* darstellen. Da die Kennlinie annähernd linear ist, sind die Möglichkeiten des Fuzzy-Reglers nicht im vollen Umfang genutzt. Durch Verschiebung von Stützstellen kann die Kennlinie optimiert werden.



Statische Kennlinie des Fuzzy-Reglers

Anschließend wird der Fuzzy-Regler als FIS-Datei im *MATLAB / Bin*-Verzeichnis (kein Toolbox-Verzeichnis) gespeichert. Mit folgenden Anweisungen wird die FIS-Datei vom MATLAB angesprochen:

```

» a = readfis('Fluss.fis');
» showfis (a);
» plotfis (a);
» plotmf (a, 'input',1);
» plotmf (a, 'output',1);

```

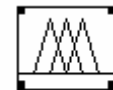
### Fuzzy-Regler mit MATLAB/Simulink

Um einen Fuzzy-Block für MATLAB/Simulink zu erstellen, müssen zuerst die Variablen im MATLAB Command-Fenster nach folgender Form zugewiesen werden:

```

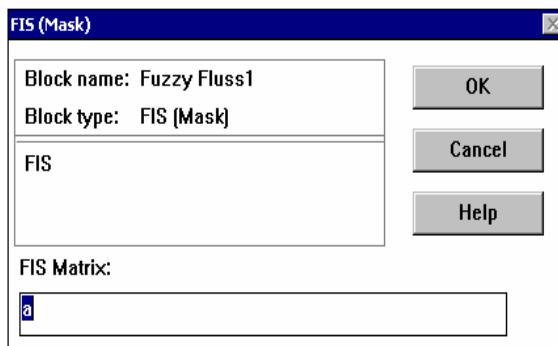
» Variable = Befehl ('Reglerdatei');
» a = readfis ('Fluss');

```



Fuzzy Fluss1

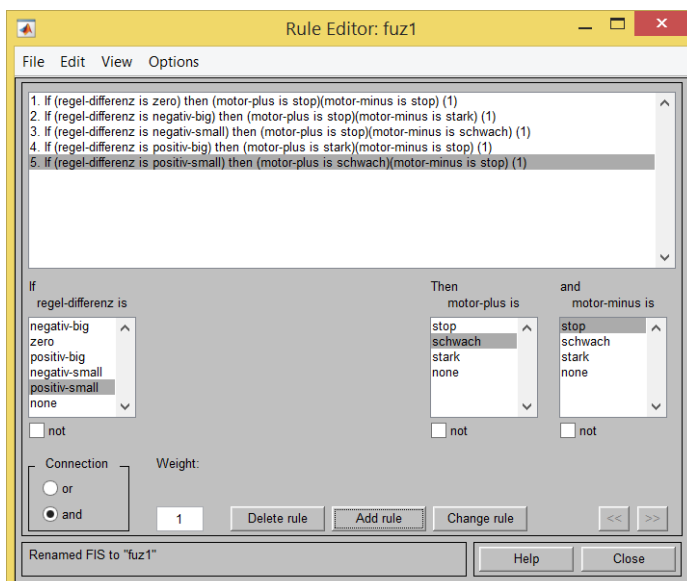
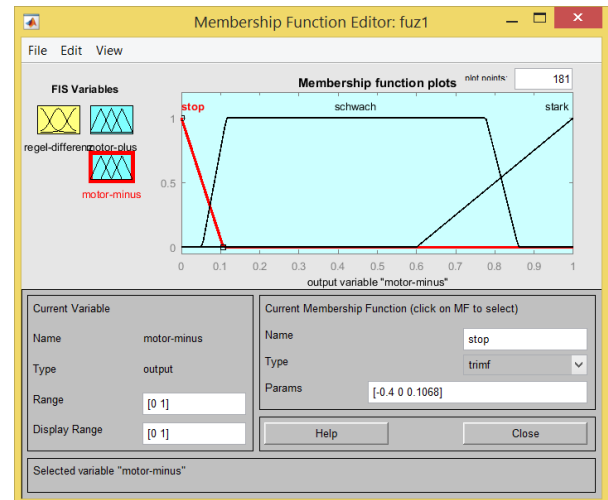
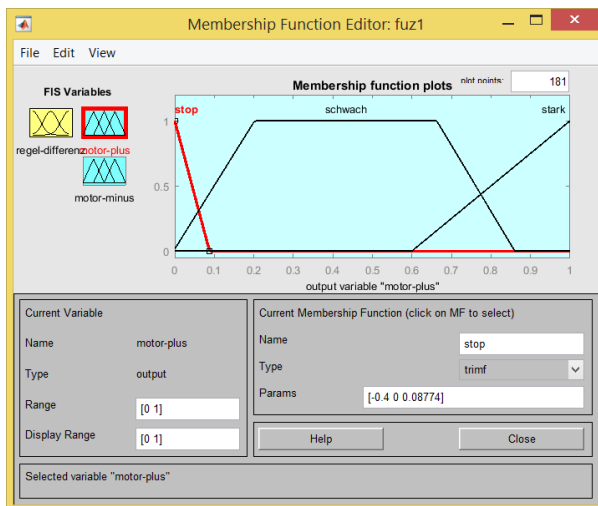
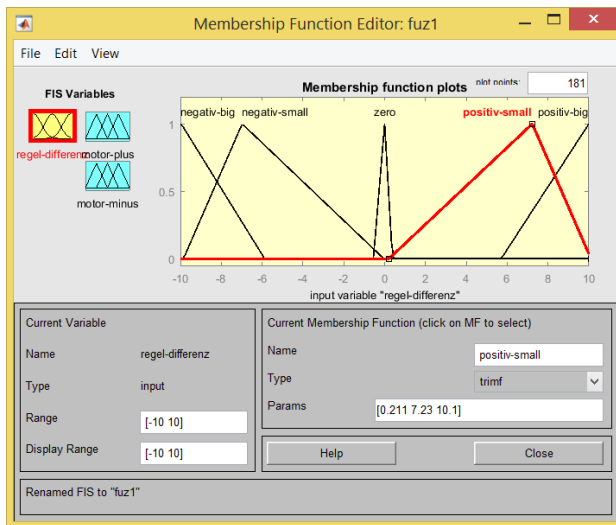
**Anmerkung:** Bei neuen MATLAB-Versionen erfolgt die Zuweisung durch Export "To Workspace"



Implementierung des Fuzzy-Reglers in MATLAB/Simulink

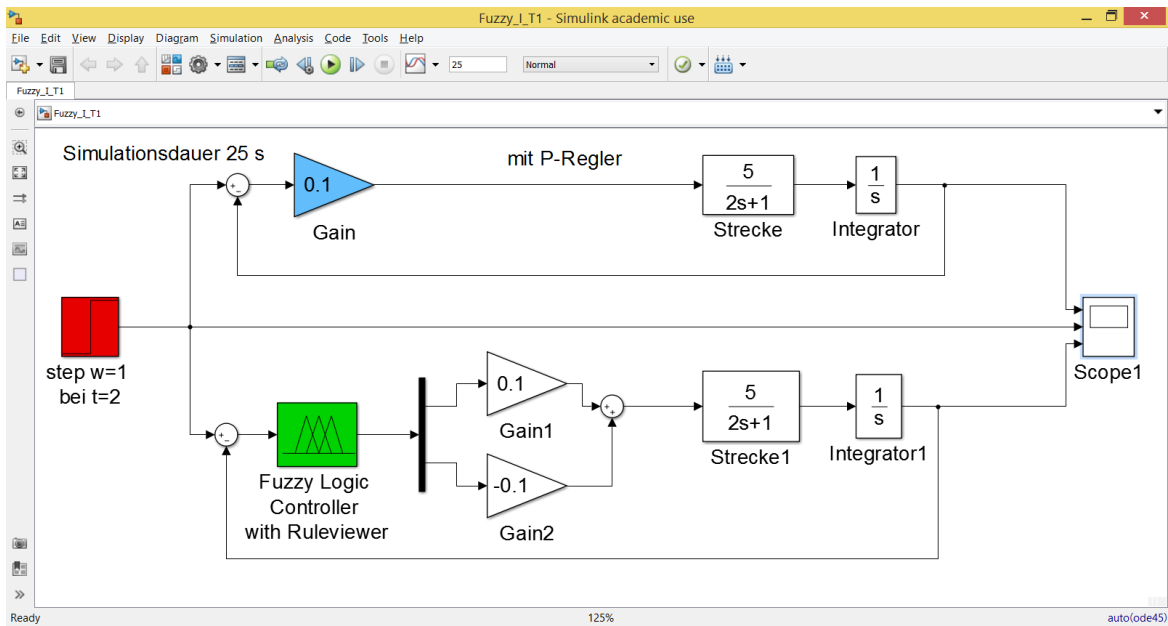
Danach wechselt man in die Simulink-Umgebung. Aus einer Beispiel-Datei kopiert man das Block-Symbol (siehe oben) und fügt es in seine eigene Anwendung in MATLAB/Simulink ein. Durch Doppelklick auf das Block-Symbol *FuzzyFluss1* erscheint ein Fenster, in dem die Variable des Reglers eingetragen wird.

## Beispiel: I-T1-Strecke mit dem Fuzzy-Regler

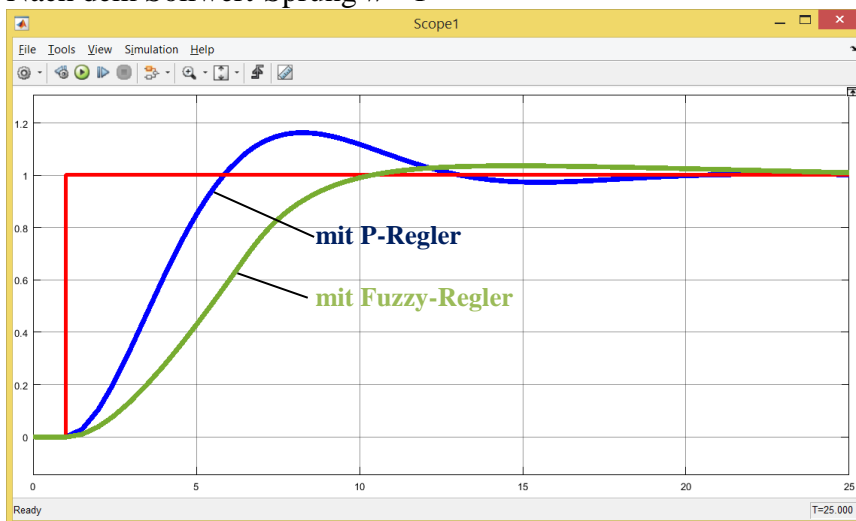


Abschließend wird die *fuz1.fis* Datei exportiert: *To Workspace* oder *To File*

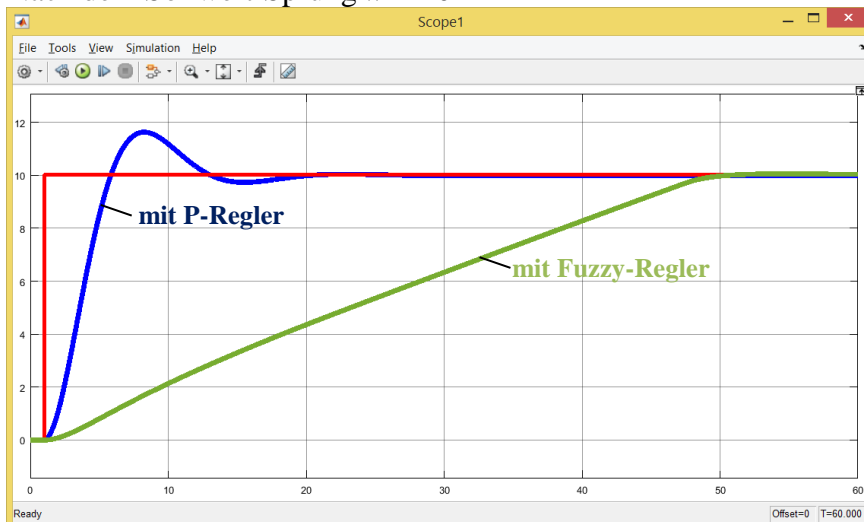
Der *Fuzzy-Logic Controller* wird in Simulink als [fuz1] konfiguriert.



Nach dem Sollwert-Sprung  $w = 1$



Nach dem Sollwert-Sprung  $w = 10$



*Es ist ersichtlich, dass der Fuzzy-Regler noch nachgebessert werden soll.*