

Steuern und regeln mit *Fuzzy-Logik*

fuzzy > unscharf, undeutlich, verschwommen, diffus

Gemeint ist hier eine unscharfe, d.h. subjektive Mengen- bzw. Bereichsdefinition und Zuordnung.

am Beispiel der Steuerung der Heizleistung

- **Problem:** Die Heizleistung einer Warmwasserheizung soll in Abhängigkeit der Raumtemperatur und der augenblicklichen Vorlaufmenge des Warmwassers gesteuert werden.
- **Anmerkung:** Die Steuerung verknüpft drei Größen - *linguistische* (umgangssprachliche) *Variablen*. Jede linguistische Variable soll hier durch drei **unscharfe Mengen - Fuzzy Sets** definiert werden.
- **Hinweis:** Die Definition einer Fuzzy-Menge drückt das subjektive Empfinden desjenigen aus, der die Definition vornimmt!

1. Linguistische Variable

Temperatur

Bereich 0 - 30 °C

Fuzzy Sets: *kalt*
frisch
warm

2. Linguistische Variable

Vorlaufmenge

Bereich 0 - 100%

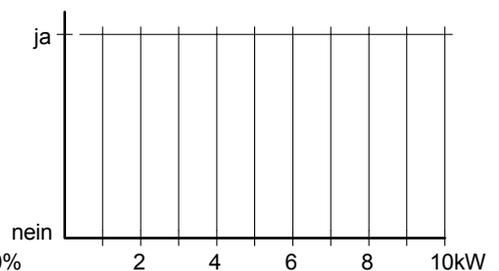
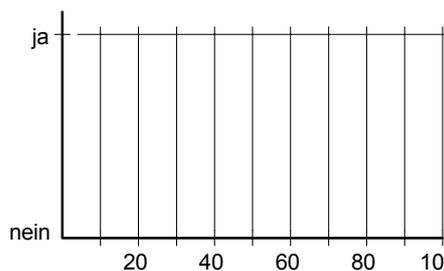
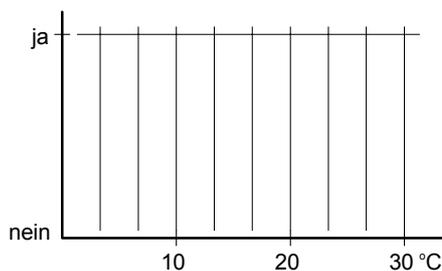
Fuzzy Sets: *niedrig*
mittel
stark

3. Linguistische Variable

Heizleistung

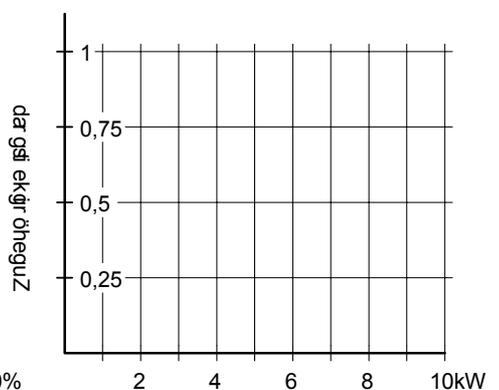
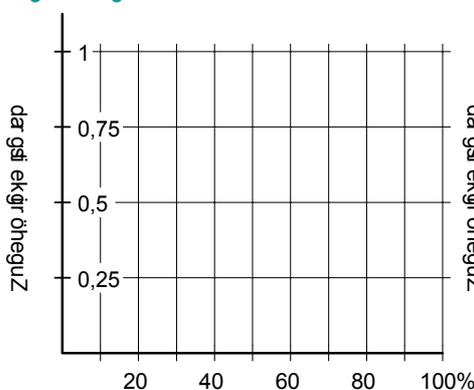
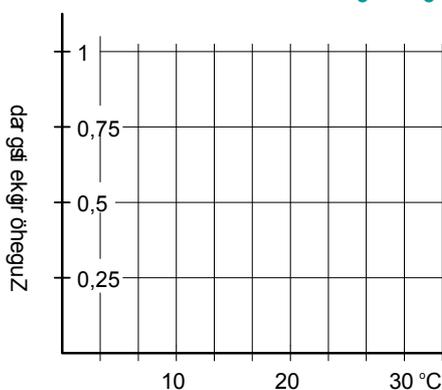
Bereich 0 - 10kW

Fuzzy Sets: *gering*
mittel
hoch



- **Anmerkung:** Da die Zuordnungen der Fuzzy Sets subjektiv vorgenommen werden, dürften die Ergebnisse bei mehreren Testpersonen unterschiedlich ausfallen. Würde man die unterschiedlichen Zuordnungen vieler Testpersonen statistisch bewerten, so könnte ein Zugehörigkeitsgrad der entsprechenden Teilmengen zum einen oder anderen Fuzzy Set ermittelt werden!

Es gibt dann Bereiche, die von mehreren Fuzzy Set's mit unterschiedlichen Zugehörigkeitsgrad abgedeckt werden.



Steuern und regeln mit *Fuzzy-Logik*

- Logische Verknüpfung der Steuervariablen

Die linguistischen Eingangsvariablen (hier Temperatur und Wasservorlaufmenge) müssen nun noch mit der (linguistischen) Ausgangsvariablen (hier Heizleistung) logisch verknüpft werden. Das geschieht ebenfalls subjektiv, indem alle def. Fuzzy Sets miteinander durch logische Aussagen in Beziehung gebracht werden.

- Anmerkung: Möglich sind grundsätzlich alle logischen Argumente wie UND, ODER, NICHT usw. In der Praxis wird jedoch häufig nur mit der UND-Verknüpfung gearbeitet.

- Hinweis: Je mehr Variable und Fuzzy Sets definiert werden, desto umfangreicher wird die Regel- bzw. Steuerbasis!

- Erstellen der Regel- oder Steuerbasis

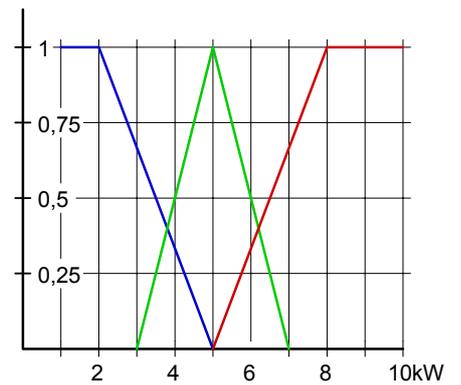
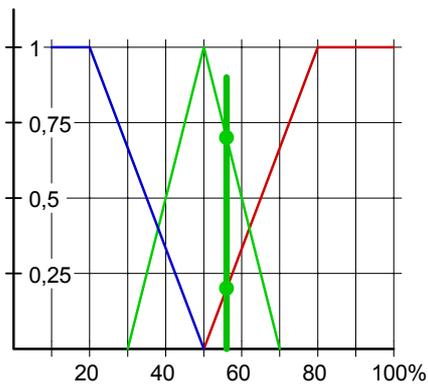
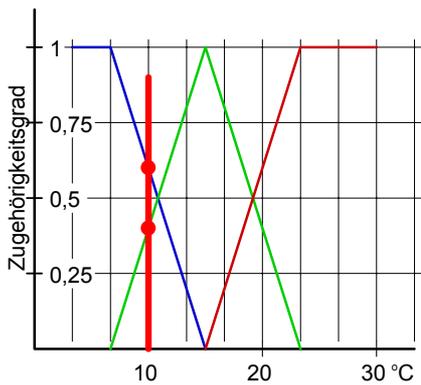
Regel	Wenn Temperatur	und Vorlaufmenge	dann Heizleistung
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

- Defuzzyfizierung

Da eine Heizung mit Begriffen wie gering, mittel und hoch nichts anfangen kann, muss nun doch eine def. Steuergröße erzeugt werden. Dies geschieht durch verschiedene **Defuzzyfizierungsmethoden**.

Am häufigsten wird die Schwerpunkt- oder die Näherungs-Schwerpunktmethod angewandt:

- Beispiel Angenommener Regelzustand: Temperatur 10°C
Vorlaufmenge 56%



Zutreffende Regeln

WENN

Temperatur

UND

Vorlaufmenge

DANN

Heizleistung

Steuern und regeln mit *Fuzzy-Logik*

fuzzy > unscharf, undeutlich, verschwommen, diffus

Gemeint ist hier eine unscharfe, d.h. subjektive Mengen- bzw. Bereichsdefinition und Zuordnung.

am Beispiel der Steuerung der Heizleistung

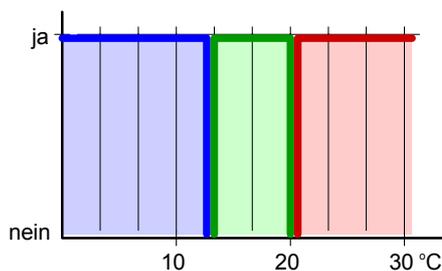
- **Problem:** Die Heizleistung einer Warmwasserheizung soll in Abhängigkeit der Raumtemperatur und der augenblicklichen Vorlaufmenge des Warmwassers gesteuert werden.
- **Anmerkung:** Die Steuerung verknüpft drei Größen - *linguistische* (umgangssprachliche) *Variablen*. Jede linguistische Variable soll hier durch drei **unscharfe Mengen - Fuzzy Sets** definiert werden.
- **Hinweis:** Die Definition einer Fuzzy-Menge drückt das subjektive Empfinden desjenigen aus, der die Definition vornimmt!

1. Linguistische Variable

Temperatur

Bereich 0 - 30 °C

Fuzzy Sets: *kalt*
frisch
warm

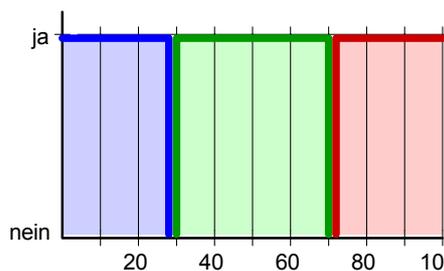


2. Linguistische Variable

Vorlaufmenge

Bereich 0 - 100%

Fuzzy Sets: *niedrig*
mittel
stark

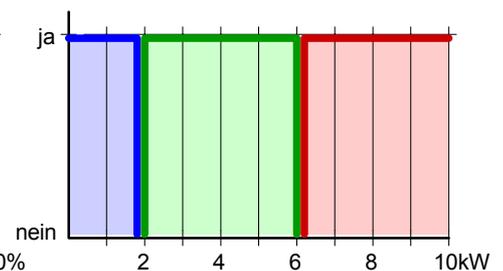


3. Linguistische Variable

Heizleistung

Bereich 0 - 10kW

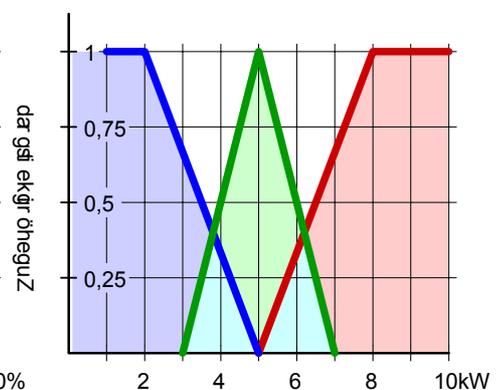
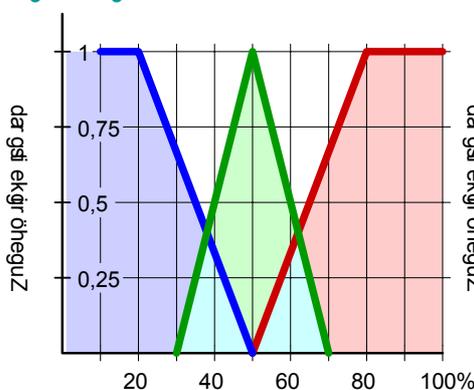
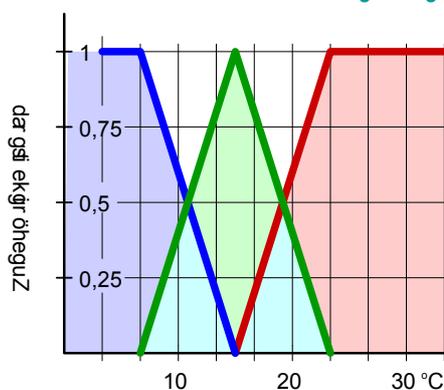
Fuzzy Sets: *gering*
mittel
hoch



- **Anmerkung:** Da die Zuordnungen der Fuzzy Sets subjektiv vorgenommen werden, dürften die Ergebnisse bei mehreren Testpersonen unterschiedlich ausfallen.

Würde man die unterschiedlichen Zuordnungen vieler Testpersonen statistisch bewerten, so könnte ein Zugehörigkeitsgrad der entsprechenden Teilmengen zum einen oder anderen Fuzzy Set ermittelt werden!

Es gibt dann Bereiche, die von mehreren Fuzzy Set's mit unterschiedlichen Zugehörigkeitsgrad abgedeckt werden.



Steuern und regeln mit *Fuzzy-Logik*

- Logische Verknüpfung der Steuervariablen

Die linguistischen Eingangsvariablen (hier Temperatur und Wasservorlaufmenge) müssen nun noch mit der (linguistischen) Ausgangsvariablen (hier Heizleistung) logisch verknüpft werden. Das geschieht ebenfalls subjektiv, indem alle def. Fuzzy Sets miteinander durch logische Aussagen in Beziehung gebracht werden.

- Anmerkung:** Möglich sind grundsätzlich alle logischen Argumente wie UND, ODER, NICHT usw. In der Praxis wird jedoch häufig nur mit der UND-Verknüpfung gearbeitet.
- Hinweis:** Je mehr Variable und Fuzzy Sets definiert werden, desto umfangreicher wird die Regel- bzw. Steuerbasis!
- Erstellen der Regel- oder Steuerbasis

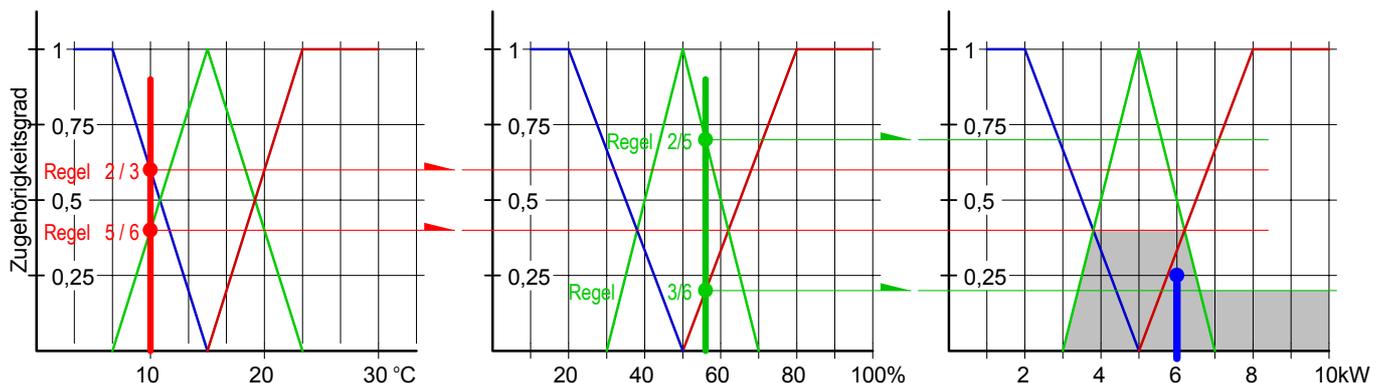
Regel	Wenn Temperatur	und Vorlaufmenge	dann Heizleistung
1	kalt	niedrig	gering
2	kalt	mittel	mittel
3	kalt	stark	hoch
4	frisch	niedrig	gering
5	frisch	mittel	mittel
6	frisch	stark	hoch
7	warm	niedrig	gering
8	warm	mittel	mittel
9	warm	stark	gering

- Defuzzifizierung

Da eine Heizung mit Begriffen wie gering, mittel und hoch nichts anfangen kann, muss nun doch eine def. Steuergröße erzeugt werden. Dies geschieht durch verschiedene **Defuzzifizierungsmethoden**. Am häufigsten wird die Schwerpunkt- oder die Näherungs-Schwerpunktmethod angewandt:

- Beispiel

Angenommener Regelzustand: Temperatur 10°C
Vorlaufmenge 56%



Zutreffende Regeln
2
3
5
6

WENN

Temperatur	
kalt	0,6
kalt	0,6
frisch	0,35
frisch	0,35

UND

Vorlaufmenge	
mittel	0,7
stark	0,22
mittel	0,7
stark	0,22

DANN

Heizleistung	
mittel	0,6
hoch	0,22
mittel	0,35
hoch	0,22