IVS INDUSTRIALVALVESUMMIT & VALVE campus

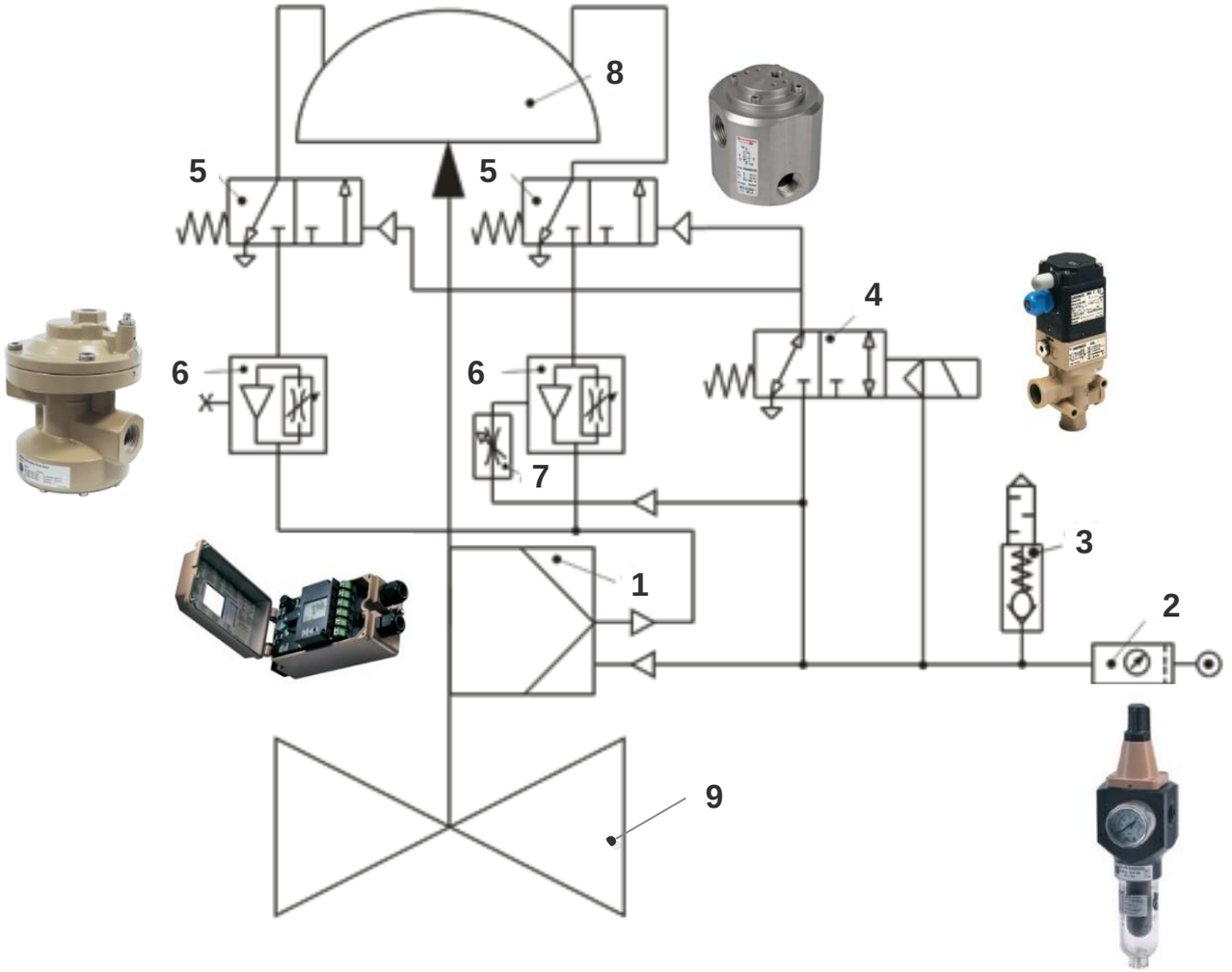
A SUCCESSFUL GROWTH

IVS 2019 - Industrial Valve Summit Conference
Bergamo (Italy) - May 22/23, 2019

Modeling and optimization of a pneumatic control valve assembly

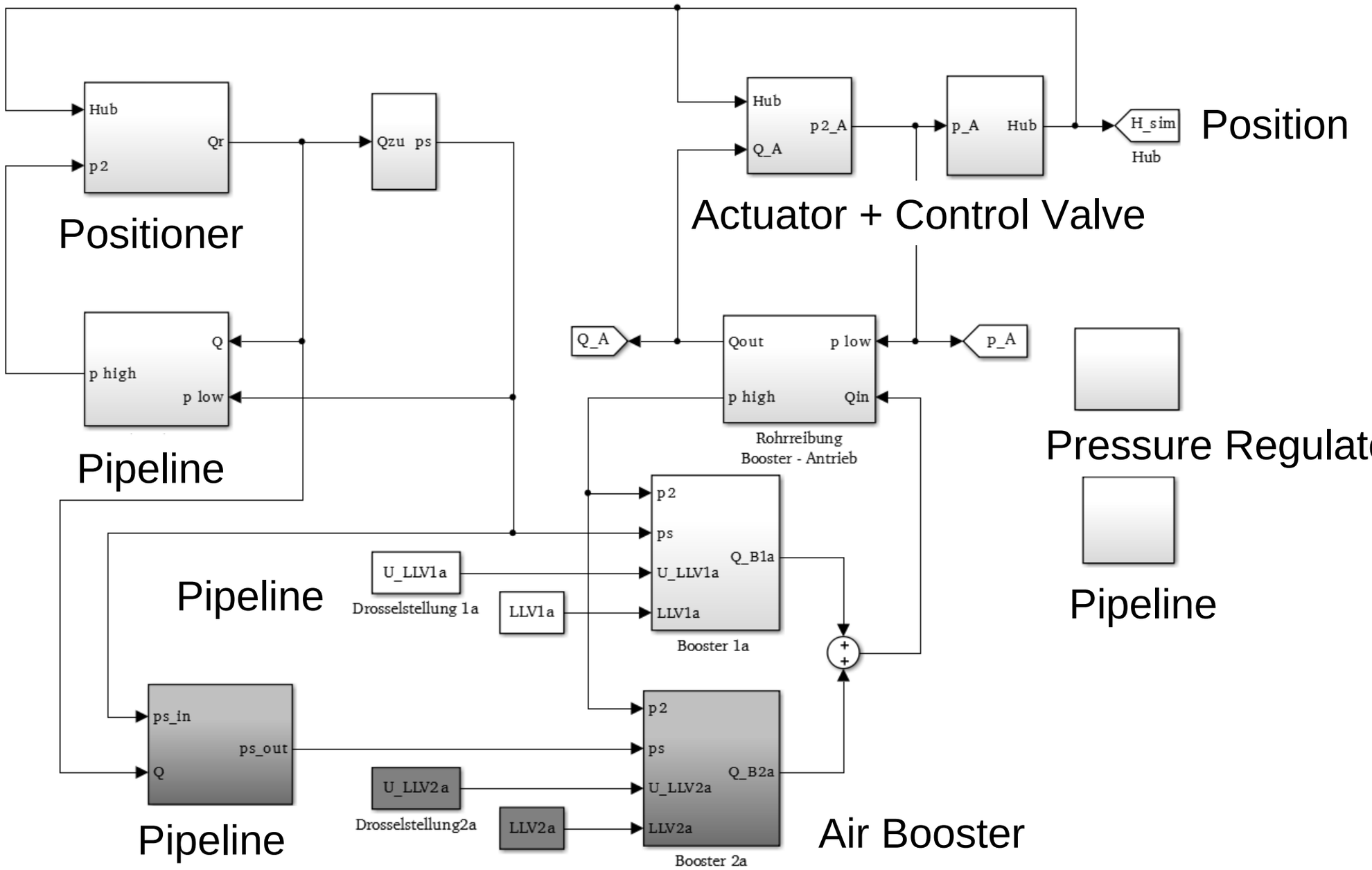
Baihua Sun
SAMSON AG

Pneumatic control valve assembly

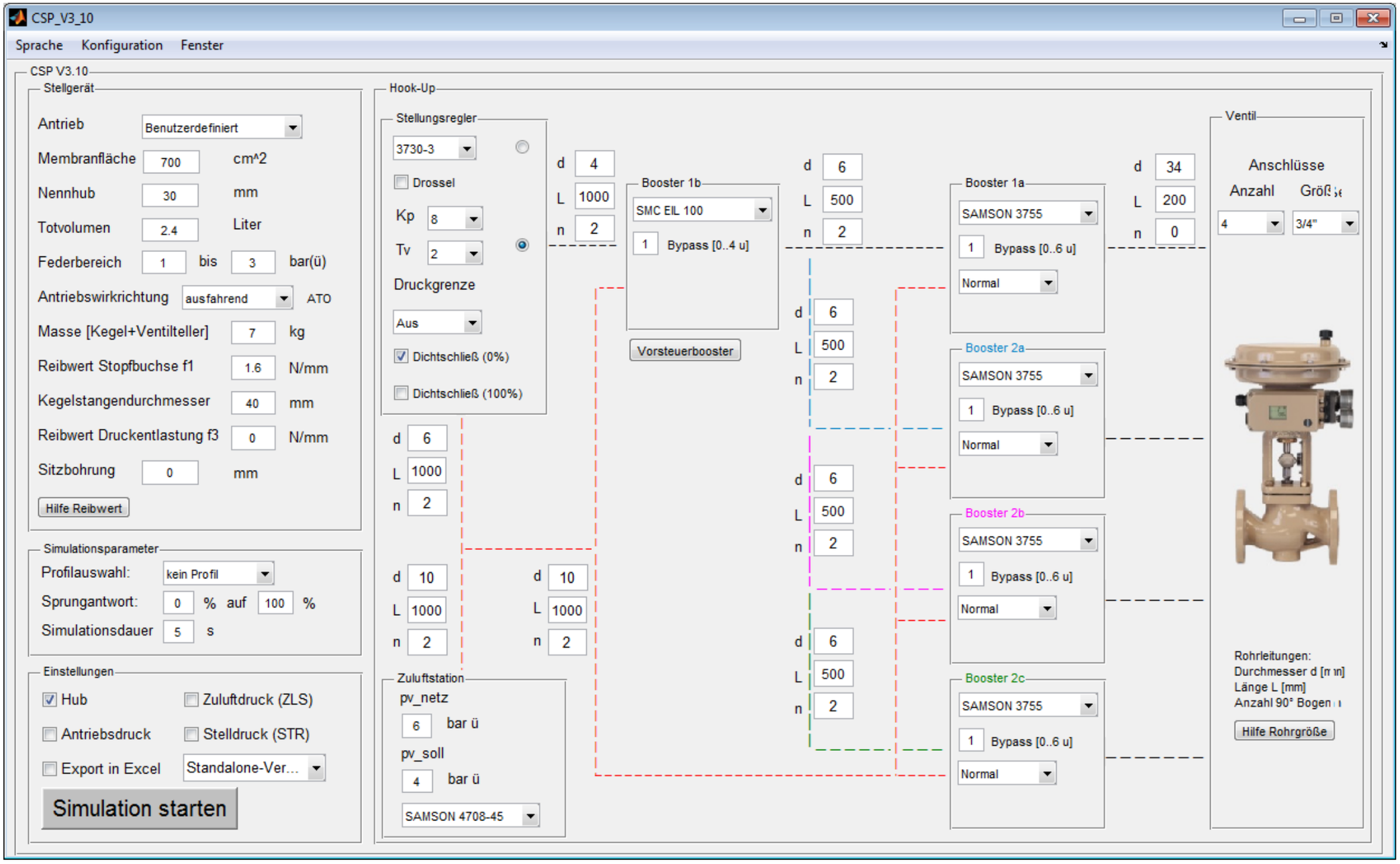


1. **Electro-pneumatic positioner**
2. **Supply pressure regulator**
3. Relief valve
4. Solenoid valve
5. Poppet valve
6. **Air Booster**
7. Throttle valve
8. **Pneumatic actuator**
9. **Control valve**

Modeling

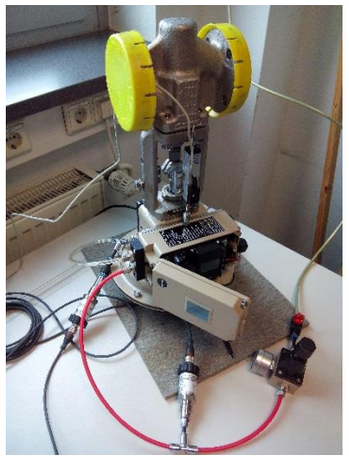

Hub
Qr
p2
Positioner
Qzu ps
Hub
p2_A
Q_A
p_A Hub
H_sim
Hub
Position
Actuator + Control Valve
Q
p high
p low
Pipeline
Q_A
Qout
p low
p_A
p high
Qin
Rohrreibung
Booster - Antrieb
Pressure Regulator
p2
ps
Q_B1a
U_LLV1a
LLV1a
Booster 1a
U_LLV1a
Drosselstellung 1a
LLV1a
Pipeline
Pipeline
ps_in
ps_out
Q
Pipeline
p2
ps
Q_B2a
U_LLV2a
LLV2a
Booster 2a
U_LLV2a
Drosselstellung2a
LLV2a
Air Booster

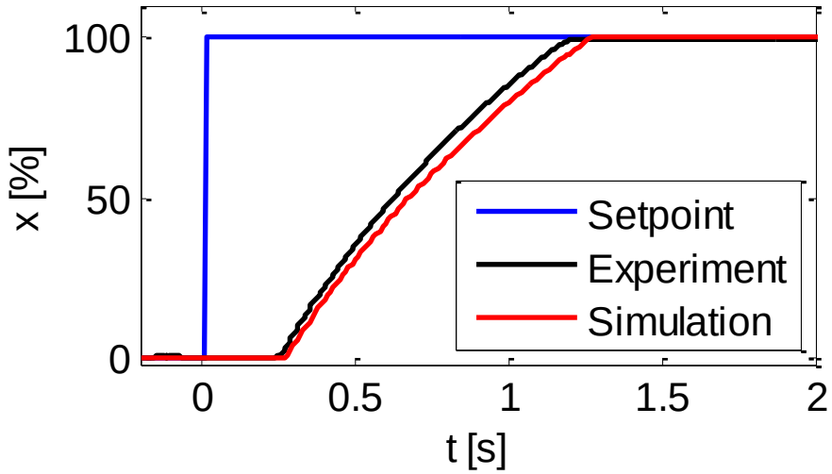
Modeling

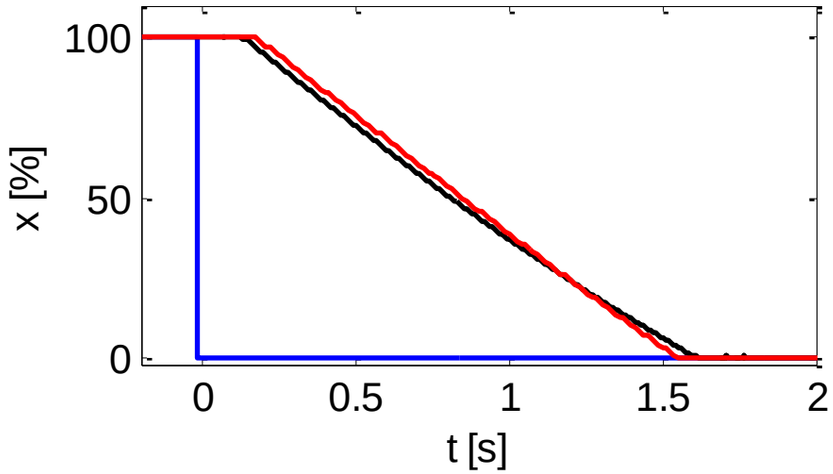

CSP_V3_10
Sprache
Konfiguration
Fenster
CSP V3.10
Stellgerät
Antrieb
Benutzerdefiniert
Membranfläche
700
cm^2
Nennhub
30
mm
Totvolumen
2.4
Liter
Federbereich
1
bis
3
bar(ü)
Antriebswirkrichtung
ausfahrend
ATO
Masse [Kegel+Ventilteller]
7
kg
Reibwert Stopfbuchse f1
1.6
N/mm
Kegelstangendurchmesser
40
mm
Reibwert Druckentlastung f3
0
N/mm
Sitzbohrung
0
mm
Hilfe Reibwert
Simulationsparameter
Profilauswahl:
kein Profil
Sprungantwort:
0
% auf
100
%
Simulationsdauer
5
s
Einstellungen
Hub
Zuluftdruck (ZLS)
Antriebsdruck
Stelldruck (STR)
Export in Excel
Standalone-Ver...
Simulation starten
Hook-Up
Stellungsregler
3730-3
Drossel
Kp
8
Tv
2
Druckgrenze
Aus
Dichtschließ (0%)
Dichtschließ (100%)
d 4
L 1000
n 2
Booster 1b
SMC EIL 100
1
Bypass [0..4 u]
Vorsteuerbooster
d 6
L 500
n 2
Booster 1a
SAMSON 3755
1
Bypass [0..6 u]
Normal
d 34
L 200
n 0
Ventil
Anschlüsse
Anzahl
Größe
4
3/4"
d 6
L 1000
n 2
d 6
L 500
n 2
Booster 2a
SAMSON 3755
1
Bypass [0..6 u]
Normal
d 10
L 1000
n 2
d 10
L 1000
n 2
Booster 2b
SAMSON 3755
1
Bypass [0..6 u]
Normal
d 6
L 500
n 2
Booster 2c
SAMSON 3755
1
Bypass [0..6 u]
Normal
Zuluftstation
pv_netz
6
bar ü
pv_soll
4
bar ü
SAMSON 4708-45
Rohrleitungen:
Durchmesser d [mm]
Länge L [mm]
Anzahl 90° Bogen
Hilfe Rohrgröße

Modeling

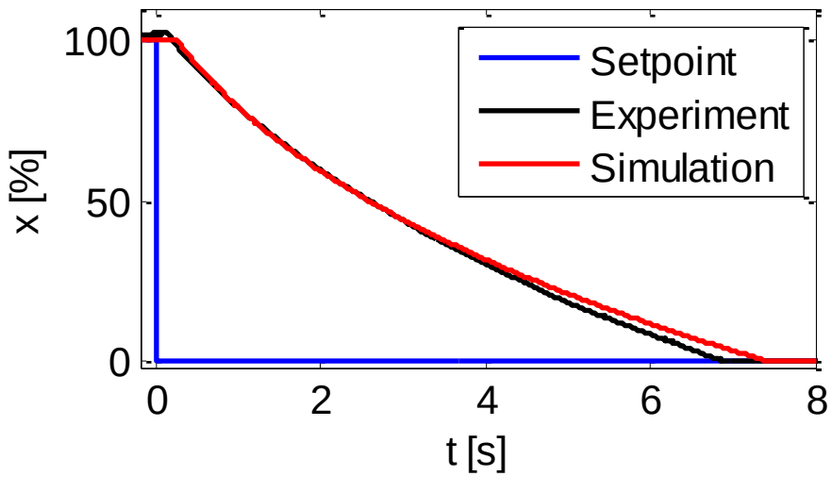
Example 1

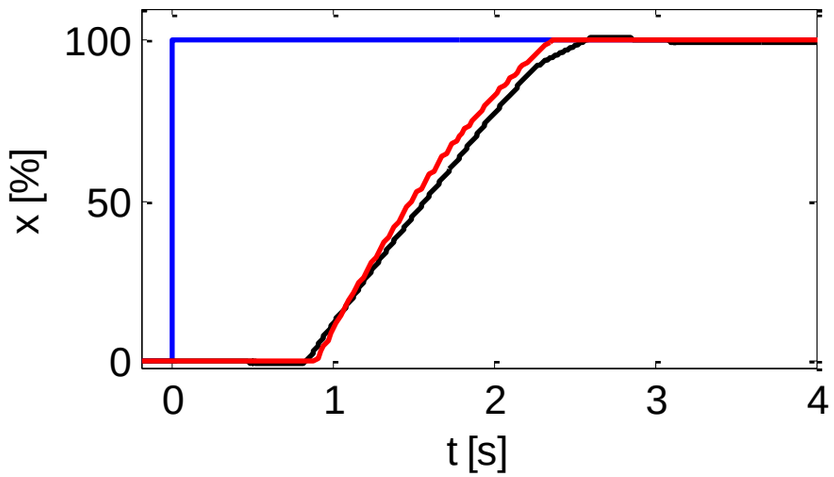




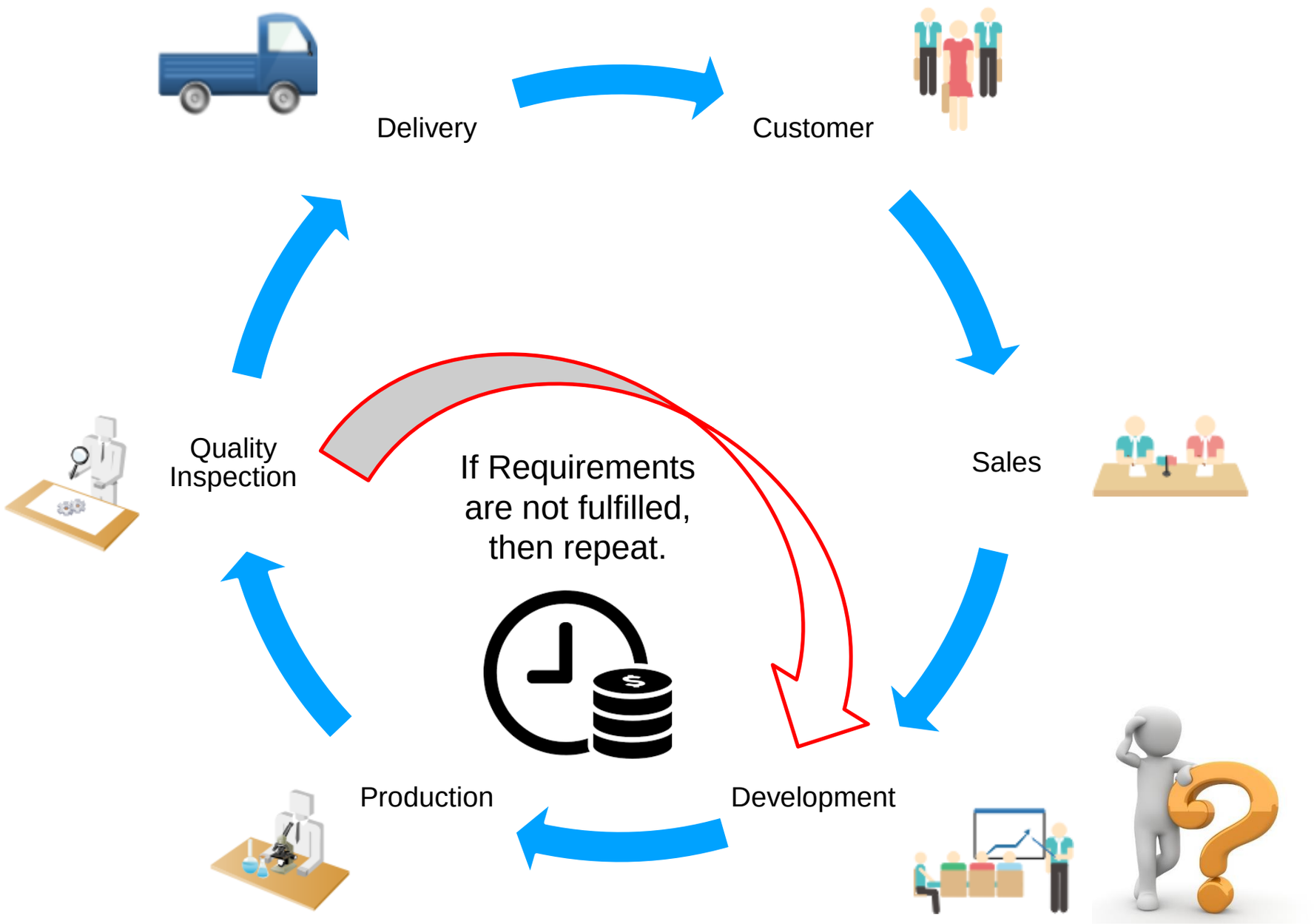


Example 2





Optimization



Optimization

Optimization variables			
x_1	Amount of booster	$x_1 \in [0, 1, 2, \dots, 8]$	integer
x_2	Bypass	$x_2 \in [0, 6]$	continuous
x_2	Discretized Bypass	$x_2 \in [0, 0.25, 0.5, \dots, 5.75, 6]$	discrete

MINLP-Problem

Boundary conditions			
1	y_1	Stroking time_(opening)	$0 \leq y_1 \leq a_1 y_{1max}$
2	y_2	Stroking time_(closing)	$0 \leq y_2 \leq a_2 y_{2max}$
3	y_3	Overshoot	$y_3 \leq a_3 y_{3max}$
4	y_4	Remaining control deviation	$\lvert y_4 \rvert \leq a_4 y_{4max}$
5	x_2	Bypass	$x_2 \geq 0.5$

Objective functions	
1	$\min J_1^* = (a_1 y_{1max} - y_1)/a_1 y_{1max}$
2	$\min J_2^* = (a_2 y_{2max} - y_2)/a_2 y_{2max}$
3	$\min J_3^* = y_3/a_3 y_{3max}$
4	$\min J_4^* = x_1/8$

scalarization methods with normalized weighting factors w_i^*

$$\min J(\boldsymbol{x}) = \sum p_i w_i^* J_i^*(\boldsymbol{x})$$

Optimization

Heuristic method „Tabu Search“

Step 1: Initialization

- Define an initial solution (or candidate) $\boldsymbol{x}_0$
- Set the current solution $\boldsymbol{x} = \boldsymbol{x}_0$
- The best objective function value is stored in the parameter $J_{best} = J(\boldsymbol{x})$, $x_{best} = \boldsymbol{x}$
- Initial tabu list $\boldsymbol{TL} = \emptyset$

Step 2: Iteration

- Define the neighborhood of the current solution $\boldsymbol{N}(\boldsymbol{x})$
- Select the best solution $\boldsymbol{x}' = argmin_{\boldsymbol{x} \in \boldsymbol{L}'}(J(\boldsymbol{x}))$ and $\boldsymbol{L}' = \boldsymbol{N}(\boldsymbol{x}) - \boldsymbol{TL}$
- Update $\boldsymbol{TL} = \boldsymbol{TL} \cup \{\boldsymbol{x}'\}$
- If $J(\boldsymbol{x}') < J_{best}$, then set $J_{best} = J(\boldsymbol{x}')$, $x_{best} = \boldsymbol{x}'$

Until a stopping criterion is met, then return the best value and the best solution as result

Optimization

OP_V0_2

Load Daten

Automatisierte Optimierung des Ventil Hook-Ups (Version 1.0)

Automatische Auslegung des Ventil Hook-Ups

Kunde:	Auftrag-Nr:	TAG-Nr:	Position:
A2800	220219	h120	4

Ventile

Ventiltyp	3240	
Nennweiten	50	mm
Nenndruck	10	bar
Packung	federbelastet PTFE	
Sitzborung	200 mm	
Reibwert Stopfbuchse	3	N/mm
Reibwert Druckentlastung	3	N/mm

Hilfe Reibwert

Antrieb

Membranfläche	2800 cm^2			
Nennhub	120	mm		
Anschlüsse	4	x	3/4"	n x d
Federbereich	0.4	...	2	bar
Wirkrichtung	ausfahrend			ATO
Masse (Kegel+Ventilteiler)	92	kg		
Kegelstangdurchmesser	40	mm		
Totvolumen	16.5	L		
Zuluftdruck	4	bar ü		

Optimierungsverfahren

oTS = originale Tab...

Parameters

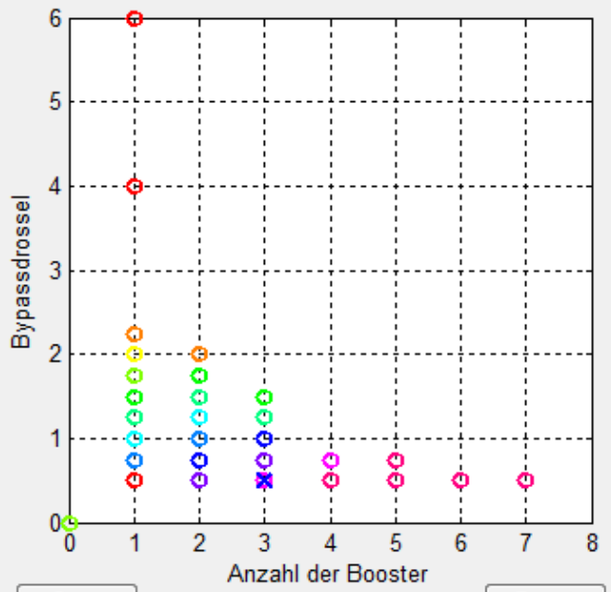
max. Iterationszahl 20

Anfangsnachbarschaft

1. Variation Booster

automatisierte Teste

Ergebnis - Figure



Save Reset

Anbaugeräten

Stellungsregler	3730 - x	
Dichtschließ	☑ 0%	☐ 100%
Booster	SAMSON 3755	

Verrohrung (Innendurchmesser)

Zuluftleitung	16	mm
Signalleitung	4	mm

Anforderung

geregelte Belüftungszeit	0	...	3	s
geregelte Entlüftungszeit	0	...	3	s
Überschwingweite	5	%		
Regelabweichung	1	%		
Sicherheitszeit	2	s		

Output

☐ Excel-Datei

☐ Hub-Optimum

☐ Hub-Überwachung

START

Hook-Up-Planung

Ergebnis - Daten

	Anzahl	Bypass		
Booster	3	0.5	☐ Vorsteuerbooster	
geregelte Belüftungszeit	2.2			s
geregelte Entlüftungszeit	2.6			s
Überschwingweite	3.4			%
Simulationsdauer	428			s

Thank you!

Do you have questions?

Baihua Sun
SAMSON AG
bsun@samson.de