



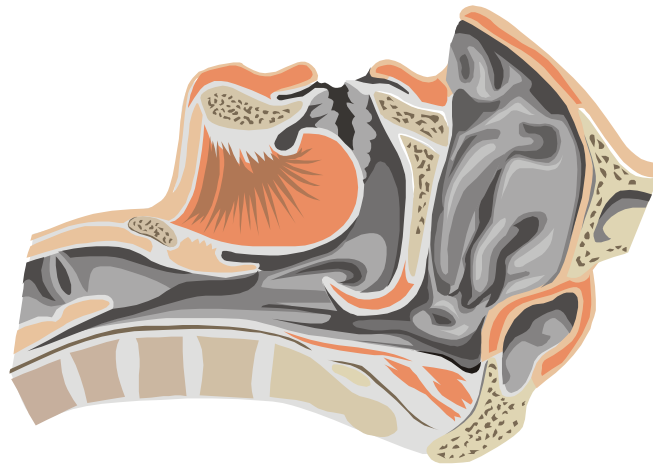
Verbesserung der Regelung von Auto-nCPAP-Geräten



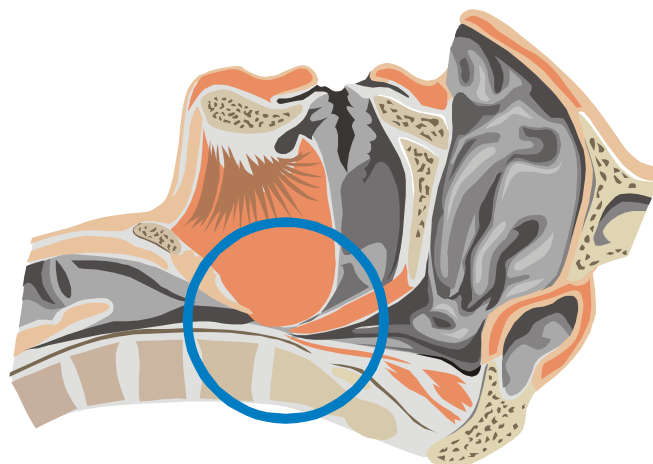
Dipl.-Ing. T. Netzel

- Obstruktive Schlafapnoe (OSA)
- Detektion der OSA bei Auto-nCPAP-Geräten
- Neues Parameterset zur Detektion der OSA unter Auto-nCPAP
- Identifikation
- Reglerentwurf
- Experimentelle Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Offener Atemtrakt



Obstruierter Atemtrakt

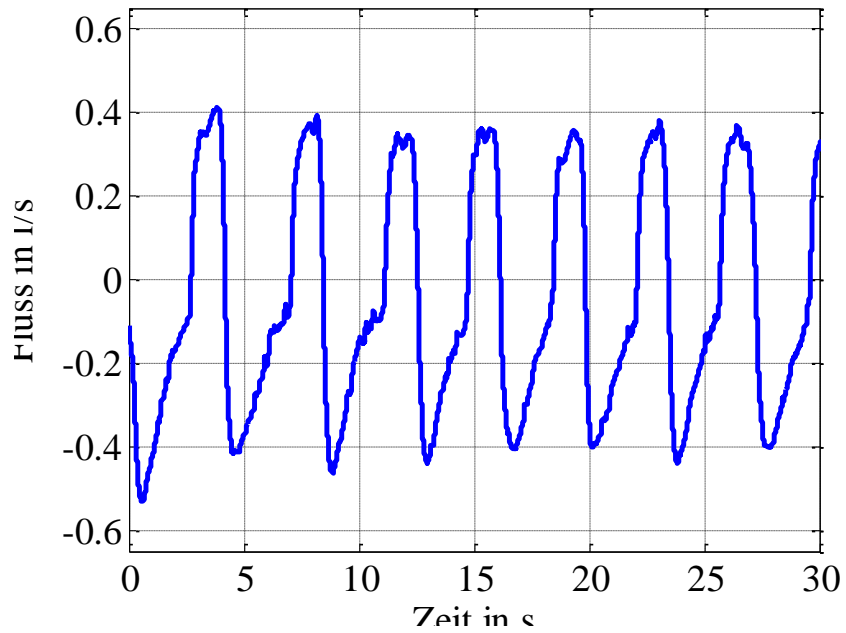




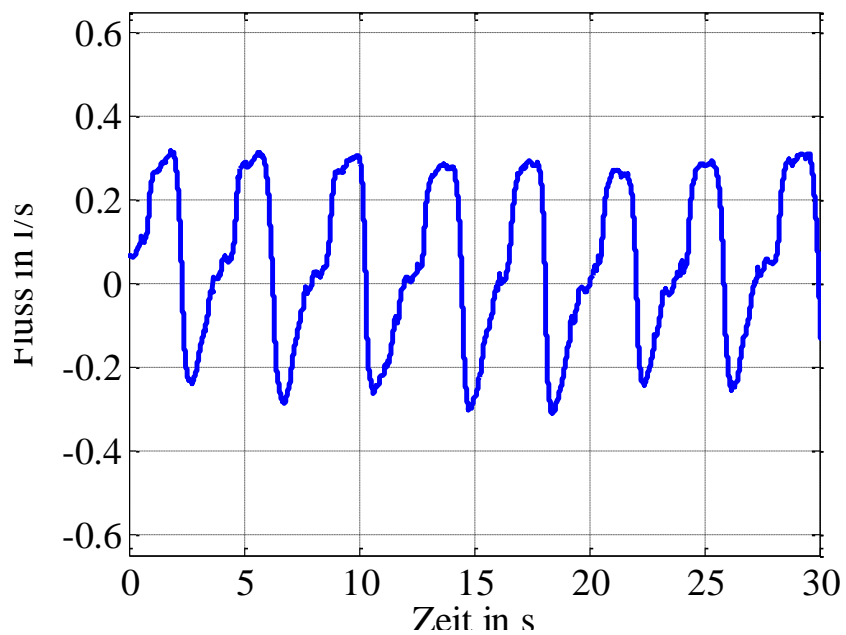
Atemflusskontur zur Bewertung des Obstruktionsgrads



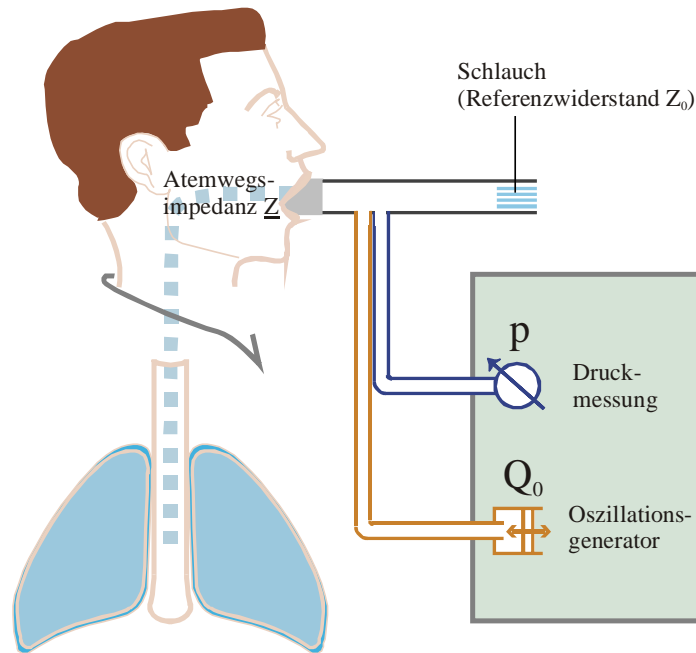
Obstruktionsfreie Atmung



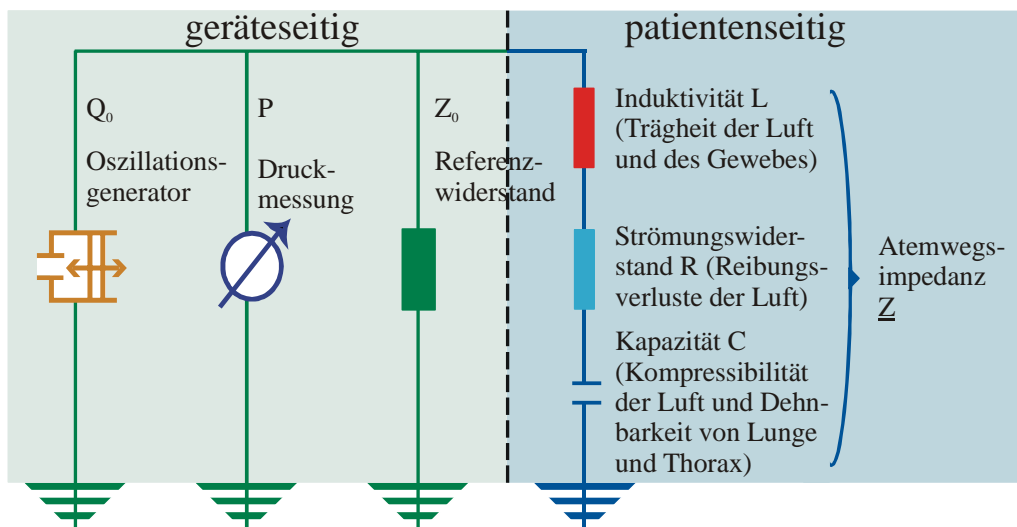
Obstruktive Atmung



FOT



Ersatzschaltbild FOT (stark vereinfacht)





Messaufbau im Schlaflabor



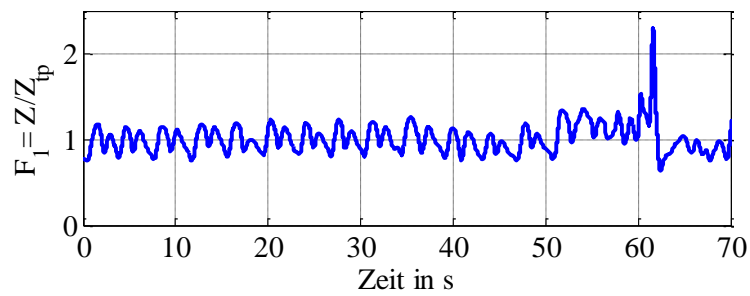
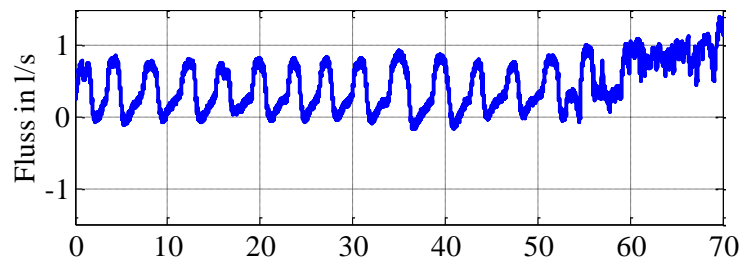
Schlaflabor



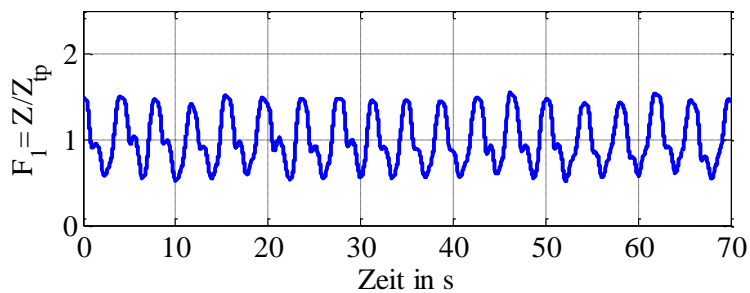
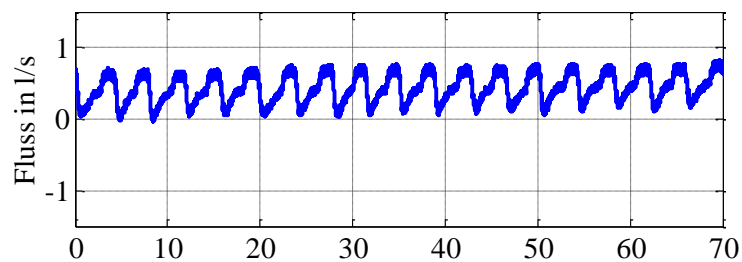
Auswertezentrale

$$\underline{Z} = \frac{p_{\sim}}{\dot{V}_{\sim}} \cdot e^{j(\varphi_p - \varphi_{\dot{V}})} \quad \text{mit} \quad Z = \frac{p_{\sim}}{\dot{V}_{\sim}}$$

Gesunde Atmung mit Artefakt



Obstruktive Atmung

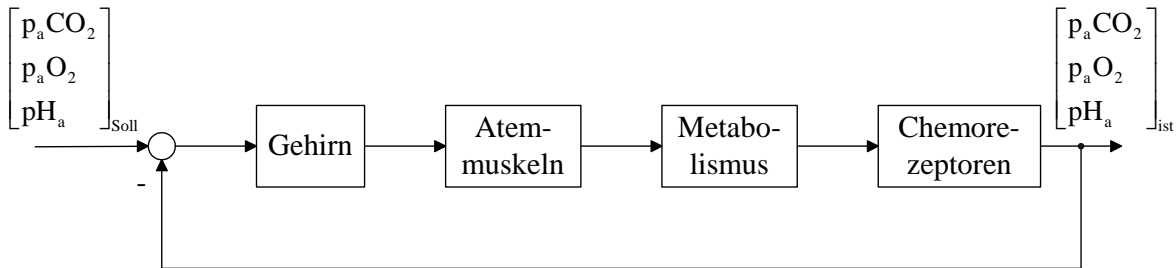




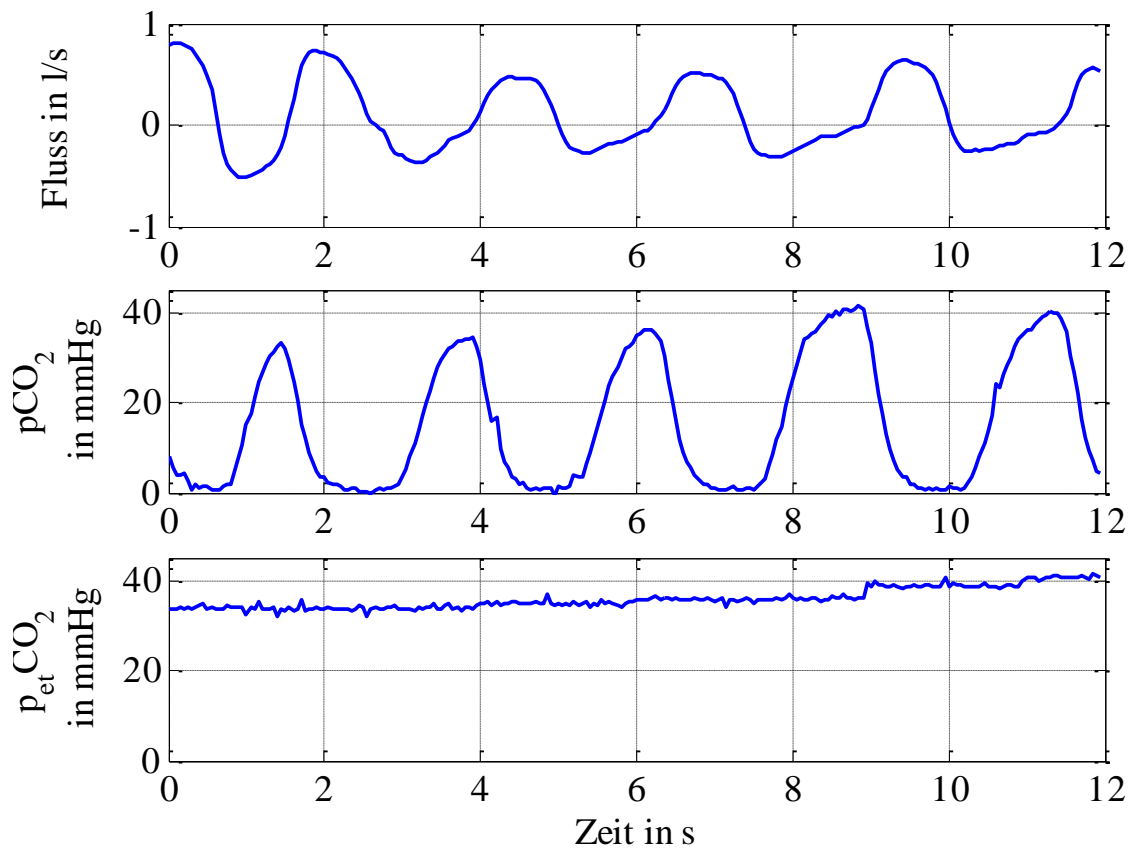
Neuronale Atemregelung, CO₂-Partialdruck



Neuronale Atemregelung



CO₂-Partialdruck der Atemluft



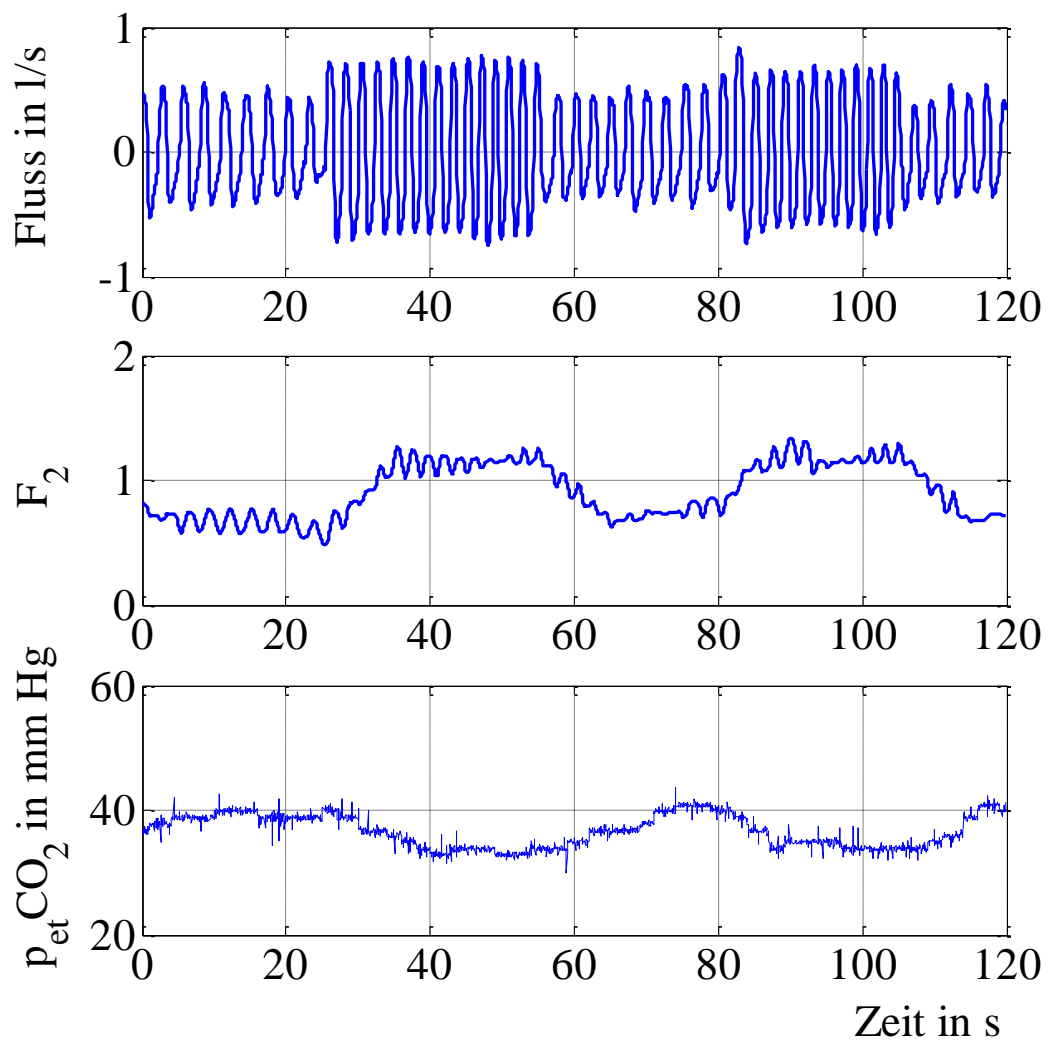


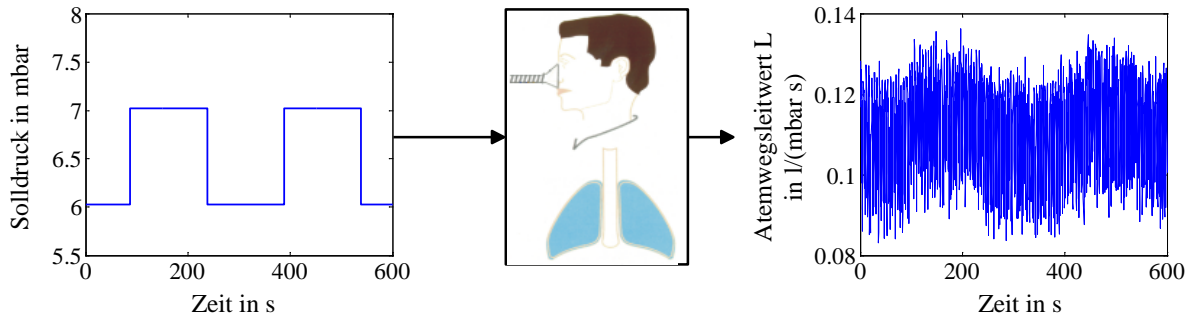
Flussparameter



$$V_{\min}(\mathbf{i} = \mathbf{i}_{\text{Ende}}) = \frac{T}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \dot{V}(\mathbf{i} - k), \quad \dot{V} = \begin{cases} \dot{V}, & \text{wenn } \dot{V} > 0 \\ 0, & \text{wenn } \dot{V} \leq 0 \end{cases}$$

$$F_2 = \frac{V_{\min}(\mathbf{i})}{\bar{V}_{\min,120}(\mathbf{i})} \quad \text{mit} \quad \bar{V}_{\min,120}(\mathbf{i}) = \bar{V}_{\min}(\mathbf{i})_{N=120f_A}$$





Modell:

$$G_S(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}}{1 + a_1 z^{-1} + \dots + a_n z^{-n}}$$

Verlustfunktion zur Bestimmung der Modellordnung:

$$V(N, n) = \sum_{k=1}^N e^2(k, n)$$

→

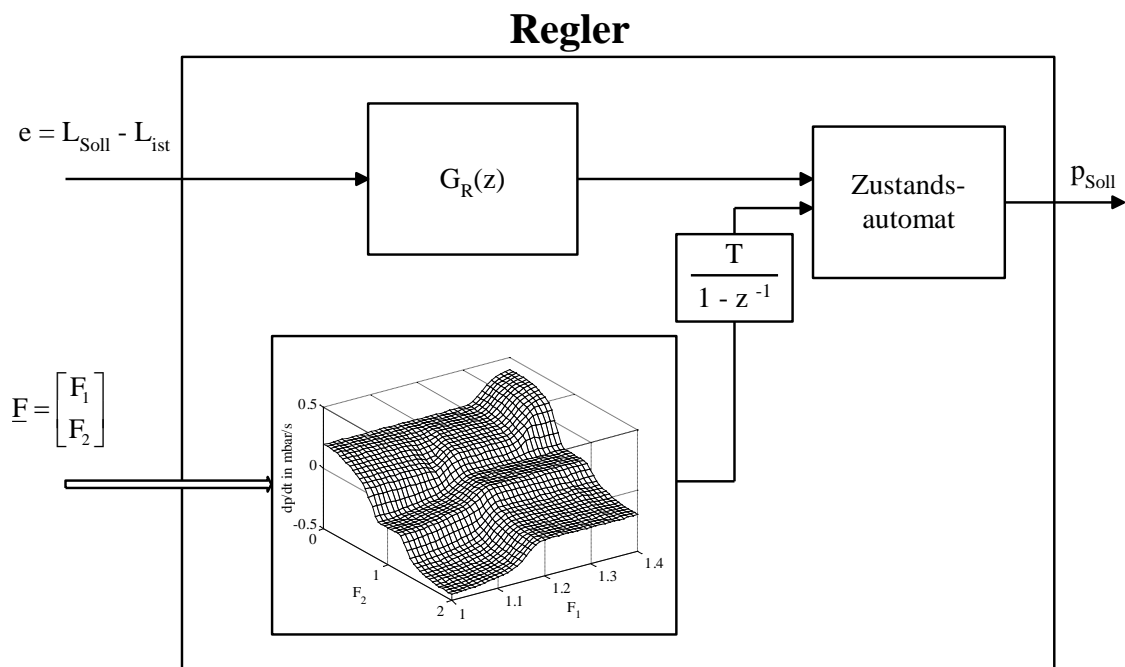
$$G_S(z) = \frac{b_0}{1 + a_1 z^{-1}}$$

Mit $\frac{1}{s} \rightarrow \frac{T \cdot z}{z-1}$

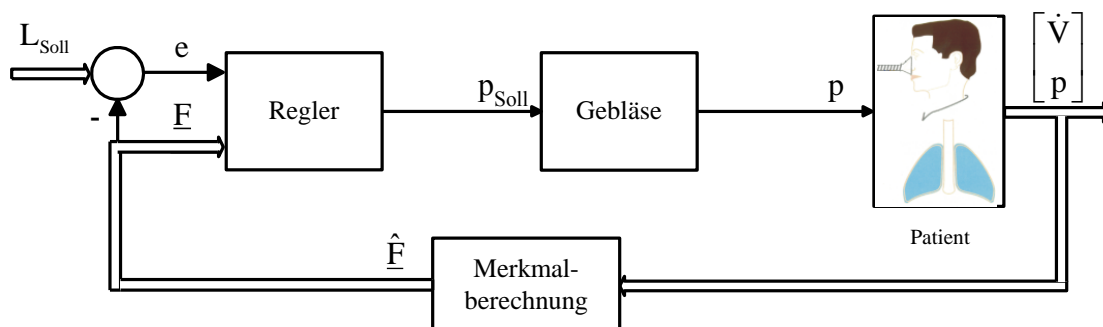
$$G_S(s) = \frac{k}{1 + T_1 s}$$

Patient	T_1 in s	k in $l/(mbar^2 s)$
1	34	0.0187
2	12	0.0194
3	10	0.0214
4	35	0.0157

- Kollapsibilität der Atemwege zeitlich veränderlich
→ robuster PI-Regler
- Störeinflüsse: Artefakte, Leckagen, Schnarchen, veränderlicher Flusszustand
→ Fuzzy-Regler

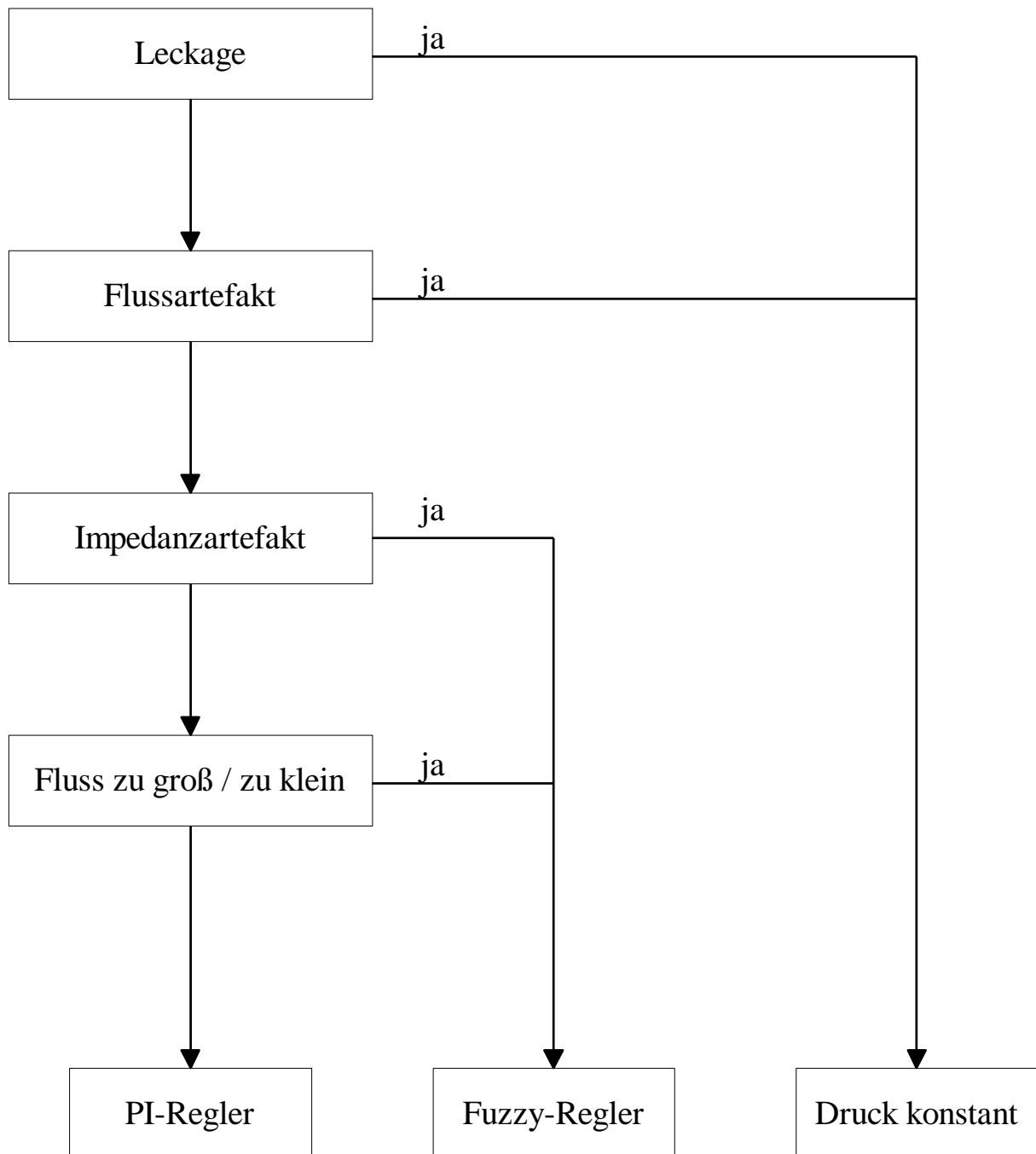


Regelkreisstruktur





Zustandsautomat

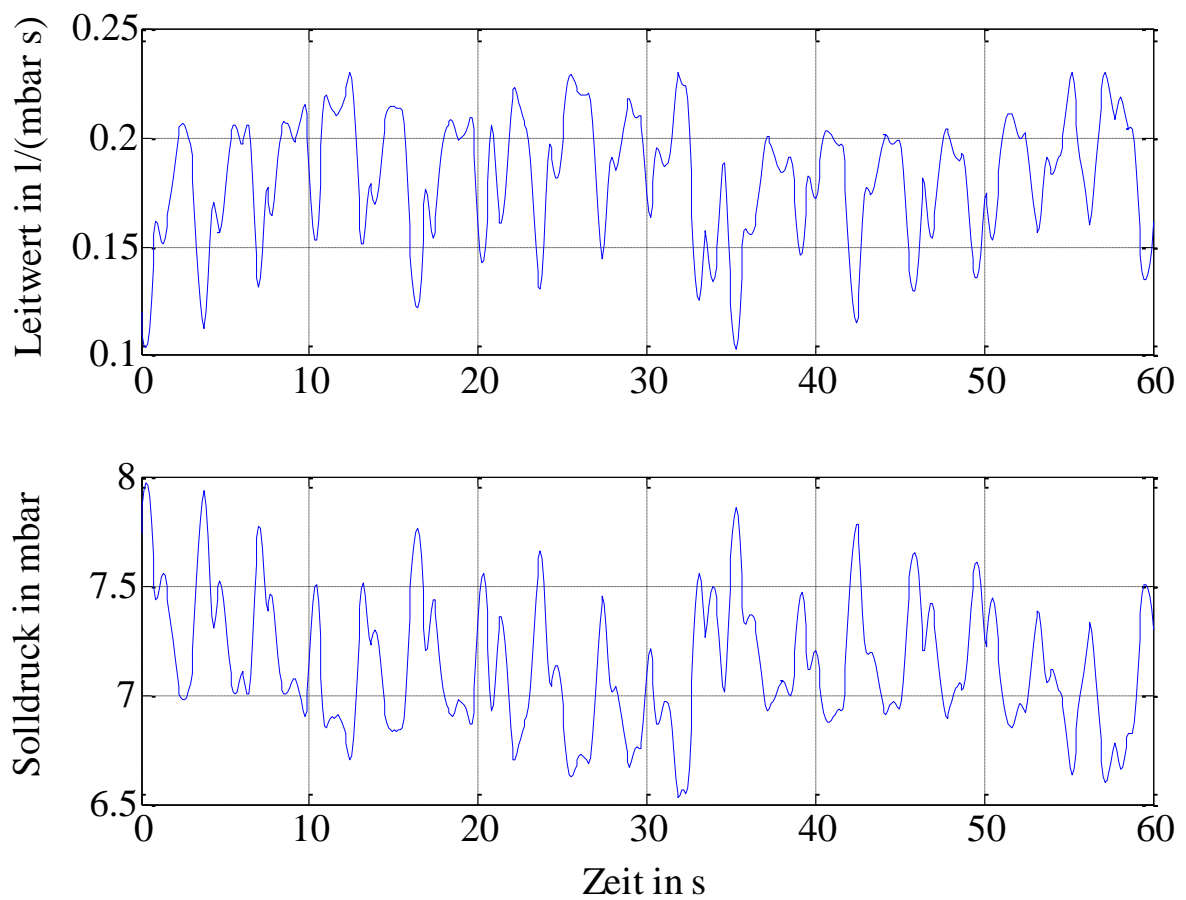




Experimentelle Ergebnisse



PI-Regler

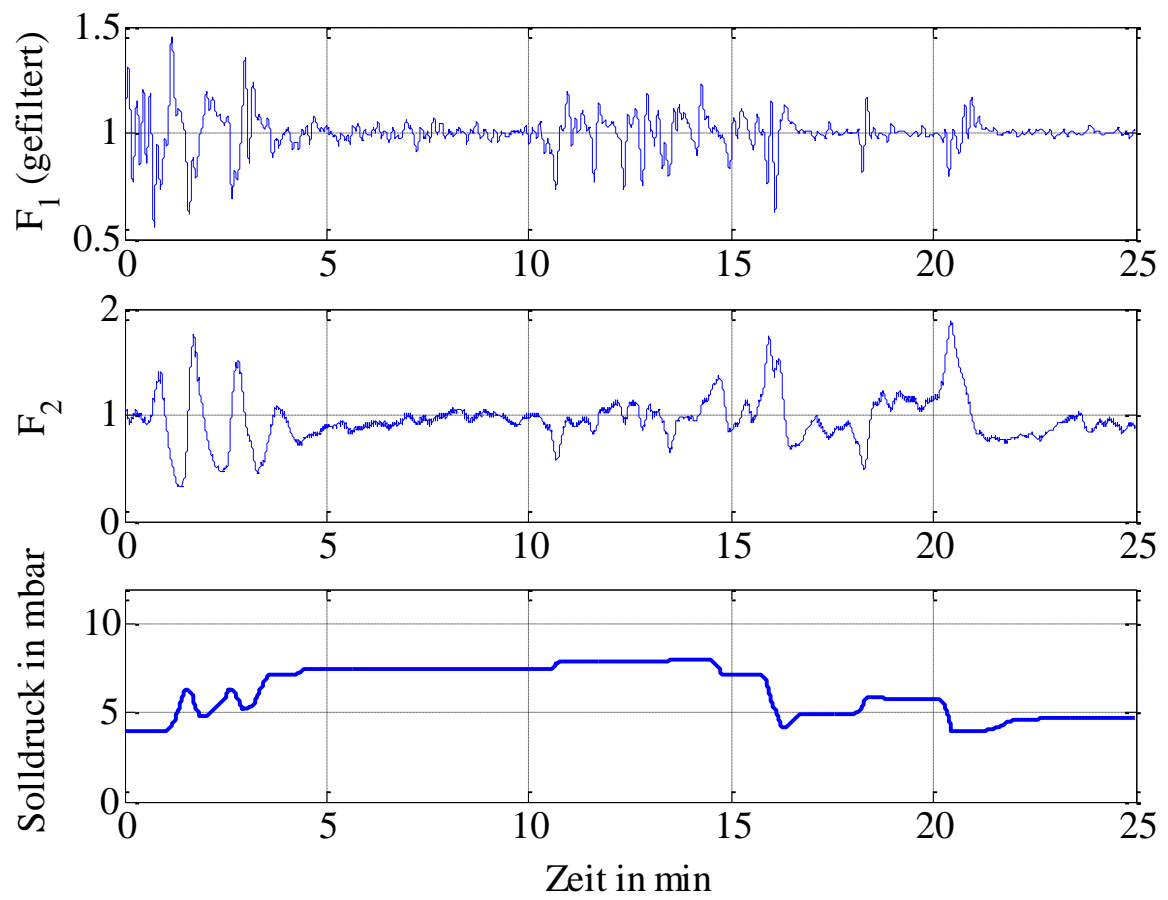




Experimentelle Ergebnisse



Fuzzy-Regler





Zusammenfassung und Ausblick



Zusammenfassung

- Kopplung von PI- und Fuzzy-Regler mit Zustandsautomat
→ Auswahl des „besten“ Reglers
- Flusseinschränkungen in Abhängigkeit vom Obstruktionsgrad mit Druckerhöhungen therapiert
- Höhere Dynamik bei geringerem Beatmungsdruck
- Störungsunempfindlichkeit
- Kein Abfall der arteriellen Sauerstoffsättigung

Ausblick

- Echtzeitidentifikation; adaptiver Regler
- Höhere Dynamik des Stellglieds