

**1. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
21.-22. November 1997 in  
München**



**„Konzepte zur Fuzzy-Regelung der künstlichen Beatmung“**

S. Leonhardt  
Institut für Regelungstechnik, TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

S. Böhm, B. Lachmann  
Department of Anaesthesiology, Erasmus University of Rotterdam, Rotterdam, The  
Netherlands

## Konzepte zur Fuzzy-Regelung der künstlichen Beatmung

S. Leonhardt+, S. Böhm\*, B. Lachmann\*

+ Institut für Regelungstechnik  
Technische Universität Darmstadt

\*Department of Anaesthesiology  
Erasmus University of Rotterdam

**Einleitung :** Seit der Einführung der künstlichen Beatmung zu Beginn der 50er Jahre hat sich diese Behandlungsmethode zu einer der wesentlichen technischen Grundlagen der heutigen Intensivmedizin entwickelt. Typischerweise werden auf einer Intensivstation bis zu 80 % der Patienten künstlich beatmet und oftmals wäre ohne diese Maßnahme ein Weiterleben nicht möglich. Obwohl ein Mensch pro Tag > 25.000 Atemzüge durchführt, werden die Blutgas-Konzentrationen aus Zeitmangel nur 1 .. 4 pro Tag kontrolliert, was in vielen Fällen eine optimale Therapie verhindert. Seit einiger Zeit stehen kontinuierlich messende Blutgas-Sensoren zur Verfügung. Diese Sensoren lassen sich jedoch im Rahmen der Beatmung nur dann optimal zum Wohle des Patienten einsetzen, wenn gleichzeitig Verfahren zur intelligenten Auswertung und therapeutischen Umsetzung der anfallenden Daten entwickelt werden. Hierzu wurde im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes ein Hardware-Konzept (Fig. 1) und eine entsprechende Software entwickelt.

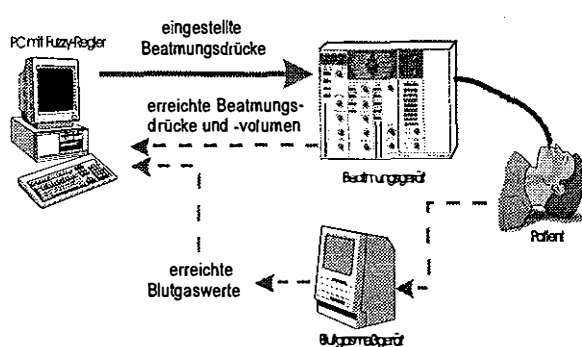


Fig. 1 : closed loop ventilation

**Programmstatus :** Prototyp. Ergonomisch gestaltete Bedienoberfläche mit Darstellung der relevanten Zeitkurven und automatisierter Fehlerbehandlung (z.B. Hinweis auf erkannte Diskonnektion beim Absaugen). Die Software hat mehrere Tierversuche (Schweine) und einen Pilot-Test auf einer Intensiv-

station erfolgreich bestanden. Klinische Erprobung geplant für Nov. 1997.

**Diskussion :** Zur Beurteilung des Lungenzustandes während einer Beatmung sind 1 .. 4 Messungen/d oft nicht ausreichend. Insbesondere bei Patienten mit ARDS ist die Lunge instabil und neigt infolge Surfactant-Mangels zum Kollaps. Mit Hilfe der vorgestellten Echtzeit-Software lassen sich auch in diesen schwierigen Fällen die Blutgase online regeln (Abtastzeit 10 s). Als Beispiel zeigt Fig. 2 den Verlauf des Sauerstoffpartialdrucks ( $paO_2$ ) während einer computer-gesteuerten Lungenöffnungsprozedur. Man beachte, daß sich der  $paO_2$  in nur 10 min. verfünffacht (anfangs steht somit nur 1/5 der möglichen Gasaustauschfläche zur Verfügung!), obwohl sich die Beatmungsdrücke am Ende nur geringfügig von den Anfangswerten unterscheiden ...

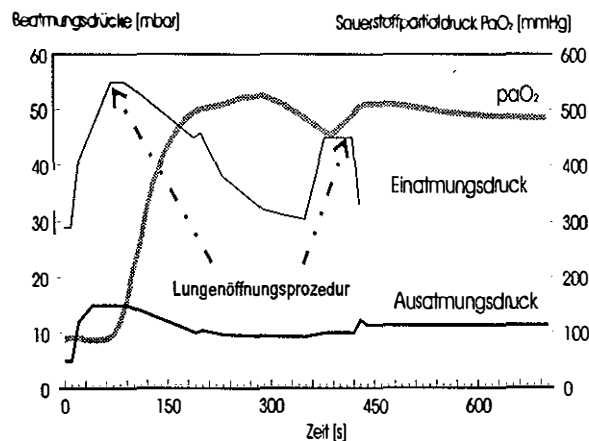


Fig. 2 : automatische Lungenöffnungsprozedur, nach [2] (Schwein mit akutem Lungenversagen, 20 kg).

### Literatur:

- [1] Lachmann, B., "Open up the lung and keep the lung open", Intensive Care Medicine, Vol. 18, pp. 319-321, 1992.
- [2] Böhm, S. and Lachmann, B., "Pressure-Control Ventilation - putting a mode into perspective", Int. Journal of Intensive Care Medicine, pp. 11-27, Spring 1996.