

Medizintechnik | Technologie-Angebot mit Anlage

## Neue nicht-invasive Atemwegsdiagnostik für mehr Sicherheit bei der Überwachung beatmeter Patienten

### Stand der Technik

Unter einem Expirogramm versteht man den charakteristischen Verlauf der Gaskonzentration der beiden Atemgase Kohlendioxid und Sauerstoff gegen das ausgeatmete Atemvolumen. Der S-förmige Kurvenverlauf ist in der diagnostischen Medizin von großem Interesse, da er Rückschlüsse auf den momentanen physiologischen und pathologischen Zustand der Lunge bzw. der Bronchien zulässt. Kontinuierlich aufeinander folgende Atemzüge werden durch eine Schar von Expirogrammen repräsentiert, wobei die Änderung der Kurvenverläufe den sich mit jedem Atemzug ändernden Zustand der Atemwege widerspiegelt.

Aus den Expirogrammen lassen sich mathematisch verschiedene und diagnostisch wertvolle Lungenzustandsparameter (z.B. der Totraum) ableiten. Voraussetzung dafür ist eine numerische Methode, die es erlaubt, den typischen S-förmigen Verlauf der Expirogramme möglichst exakt zu beschreiben. Je exakter dies gelingt, desto höher die diagnostische Aussagekraft der ermittelten Lungenzustandsparameter.

Die bisherigen Auswertemethoden stützen sich überwiegend auf Näherungs- bzw. Teilbeschreibungen der Expirogramme. Die erhaltenen Lungenzustandsparameter sind deshalb mit einer relativ hohen Ungenauigkeit behaftet, was den diagnostischen Aussagewert mindert und den Einsatz im Rahmen der Patientenüberwachung, insbesondere von Intensivpatienten und Säuglingen, begrenzt.

Andere Lungenfunktionstests basieren auf der Auswertung einzelner kraftvoller Atemmanöver des Patienten. Auch diese Methoden sind mit einer hohen Unsicherheit verbunden und nur bei ausreichend mitarbeitenden Patienten anwendbar. Darüber hinaus ist keine Aussage über den sich kontinuierlich ändernden Zustand der Atemwege im Zeitverlauf möglich.

### TLB - Agentur für Patent- und Verwertungsmanagement

Als Partner der Wissenschaft und der Wirtschaft bieten wir seit mehr als einem Jahrzehnt maßgeschneiderte Services im Erfindungs- und Patentmanagement. Wir suchen und finden weltweit Käufer und Lizenznehmer für marktorientierte Erfindungen. Unser Ziel: Aus Ideen Werte schaffen.

### Ihr Ansprechpartner bei TLB

Dr. Iris Kräuter

e-Mail: [ikraeuter@tlb.de](mailto:ikraeuter@tlb.de)

Tel.: 0721 79004-0, Fax: 0721 79004-79

Technologie-Lizenz-Büro (TLB) GmbH  
Ettlinger Straße 25, D-76137 Karlsruhe

### Innovation

An der Universität Freiburg wurde ein computergestütztes Verfahren zur numerischen Auswertung von Atemgaskurven, sog. Expirogrammen für die Lungen- und Atemwegsdiagnostik entwickelt.

Dieses Verfahren arbeitet äußerst zuverlässig und reproduzierbar, sodass jederzeit an beliebigen Patientengruppen, vom Säugling bis zum künstlich beatmeten Patienten, sowohl unter Belastung als auch in Ruhe eine verlässliche Aussage über den physiologischen und anatomischen Zustand der Atemwege in Echtzeit möglich ist.

Das erfindungsgemäße Auswerteverfahren ermöglicht erstmals, Expirogramme Atemzug für Atemzug automatisch zu analysieren und diagnostisch wertvolle Lungenzustandsparameter wie z.B. den Atemwegstotraum mathematisch abzuleiten.

Die Kenntnis des Atemwegstotraums wiederum eröffnet die Möglichkeit, erstmals auch den arteriellen Kohlendioxid-Partialdruck rechnerisch zu bestimmen. Am Markt gibt es derzeit keine vergleichbare Atemwegsdiagnostik.

### Ihre Vorteile auf einen Blick:

Die erfindungsgemäße nicht-invasive Atemwegsdiagnostik bietet mehr Sicherheit in der Patientenüberwachung durch:

- Beobachtung des sich kontinuierlich ändernden Zustands der Atemwege (Lunge, Bronchien)
- Frühzeitige Diagnostik der Bronchokonstriktion mit der Möglichkeit zur protektiven Beatmung/Intervention
- Bestimmung des Ventilationszustands des Patienten durch Berechnung des arteriellen Kohlendioxid-Partialdrucks nach Brian J. Whipp (s. Anlage)
- Frühzeitige Diagnostik von Hyper- und Hypoventilationszuständen
- Flexibel einsetzbar an beliebigen Patientengruppen: Säuglinge, Kinder, alte und junge Erwachsene, künstlich beatmete Patienten etc.
- Einsatz sowohl unter Belastung als auch in Ruhe ohne Atemmanöver
- automatisierte Auswertung der Atemgaskurven (Expirogrammen): numerisch, exakt, in Echtzeit, reproduzierbar, einfach implementierbar
- Zugang zu diagnostisch wertvollen Lungenzustandsparametern:
  - „Atemwegs-Totraum“ exakt bestimmbar
  - alveolare Gaskonzentrationen ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ), u. z. ohne Verfälschung durch Totraumluft
  - „Alveolar Slopes“ automatisch erkennbar

# Die Möglichkeiten der Patientenüberwachung

## Patientenüberwachung mittels Monitoring der Lungenzustandsparameter

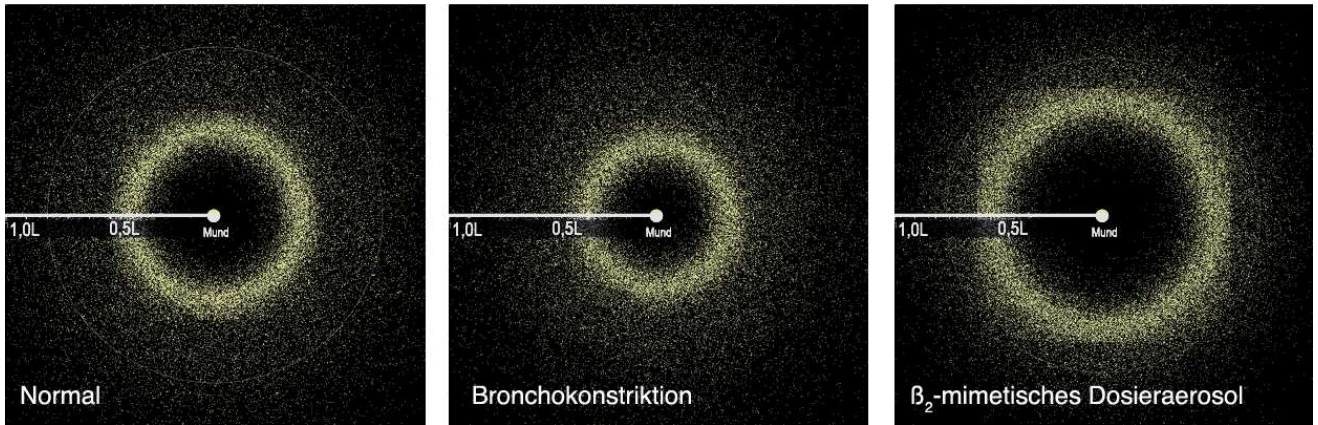


Abb. 1: Die aus der Expirogramm-Analyse abgeleiteten Lungenzustandsparameter zeigen eine Verengung der Atemwege (Bronchokonstriktion) an (a-b): Es ist jeweils der Befund eines einzelnen freien Atemzugs beispielhaft graphisch dargestellt. Je „enger“ der Kreis, desto deutlicher ist die Verengung der Atemwege. Die Erweiterung der Atemwege infolge einer therapeutischen Gabe des Aerosols zeigt Abbildung (c).

Die aus der Expirogramm-Analyse abgeleiteten Lungenzustandsparameter können graphisch so anschaulich dargestellt werden, dass eine leichte Handhabung und jederzeit sichere Diagnosestellung möglich ist.

## Patientenüberwachung mit protektiver Beatmung und medikamentöser Intervention

Die Expirogramm-Analyse kann in jedem Diagnosegerät, sowohl bei der Heimbeatmung als auch bei der Überwachung beatmeter Patienten, mit einer Alarmfunktion ausgeführt werden. Der Alarmton erklingt, sobald ein kritischer Lungenzustand (z.B. plötzliche bedrohliche Atemwegsverengung) eintritt. Die nahezu in Echtzeit erfolgende kontinuierliche Beobachtung der Lungenzustandsparameter erlaubt es erstmals, auf einen solchen lebensbedrohlichen Zustand prompt durch protektive Beatmung oder medikamentöse Intervention zu reagieren. Insbesondere im Bereich der Säuglings- und Intensivmedizin trägt die erfindungsgemäße Atemwegsdiagnostik zu deutlich mehr Sicherheit in der Patientenüberwachung bei.

## Die kontinuierliche nicht-invasive Bestimmung des arteriellen Kohlendioxid-Partialdrucks

Der arterielle Kohlendioxid-Partialdruck ( $pCO_2$ ) ist ein medizinisch-diagnostisch besonders wichtiger Wert. Es gibt derzeit keine Methode am Markt, die diesen Wert im Zeitverlauf kontinuierlich und **ohne (!) Blutabnahme** messen oder bestimmen kann. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Expirogramm-Analyse ist dies erstmals möglich: Denn mittels der Expirogramm-Analyse ist der Atemwegs-Totraum, der nach Brian J. Whipp mit dem arteriellen Kohlendioxid-Partialdruck ( $pCO_2$ ) in mathematischem Zusammenhang steht (Exp Physiol 92.2 pp 347–355), erstmals Atemzug für Atemzug numerisch genau bestimmbar. Folglich ist der arterielle Kohlendioxid-Partialdruck ebenfalls Atemzug für Atemzug berechenbar.

## Einsatzmöglichkeiten nach Fachgebieten und Patientengruppen

Die Automatisierte Expirogramm-Analyse kann vom Säugling bis zum Erwachsenen, sowohl in Ruhe als auch unter Belastung und auch bei beatmeten Patienten vielseitigen Einsatz finden:

Pneumologie	Pädiatrie	Allergologie
Kardiologie	Geriatric	Sportmedizin
Anästhesie/Intensivmedizin	Heimbeatmung	Rehabilitation

## Patent-Situation

Schutzrechte in Deutschland, Schweiz/Lichtenstein, Italien, Frankreich, Großbritannien und den USA erteilt.