

# PATENTSCHRIFT 150147

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.<sup>3</sup>

(11) 150 147 (44) 19.08.81 3(51) A 61 B 5/08  
(21) WP A 61 B / 220 773 (22) 30.04.80

---

(71) siehe (72)

(72) Beier, Karl-Heinz; Bonnek, Joachim, Dr.sc.med.; Kreiner, Josef, Dipl.-Ing, DD

(73) siehe (72)

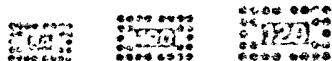
(74) Dipl.-Phys. Roland Krause, Karl-Marx-Universität, Büro für Neuerer-, Patentwesen und Industrie-Verbindung, 7010 Leipzig, Goethestraße 3-5

---

(54) Anordnung zur Atemstromüberwachung, insbesondere in der Kinderintensivmedizin

---

(57) Die Anordnung betrifft eine Anordnung zur Atemstromüberwachung, insbesondere in der Kinderintensivmedizin zur Langzeitüberwachung. Aufgabe der Erfindung ist es, die Langzeitüberwachung des Atemstromes bei Risikokindern aller Altersstufen unter den verschiedensten Bedingungen, wie Spontanatmung, bei intubierten oder tracheotomierten Kindern, im Inkubatormilieu, bei CPAP-Atemhilfe und maschineller Beatmung, unabhängig von der Motorik des Kindes, plötzlicher Mundatmung sowie pflegerischer Maßnahmen, zu gewährleisten. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß ein piezoelektrischer Wandler direkt oder über einen flexiblen Schlauch im Atemstrom des Kindes appliziert ist. Eine nachgeschaltete Auswerteeinheit besteht aus Schmalbandverstärker, Verstärker mit Gleichrichterwirkung mit Schwellwert und Zeitglied, Schwingungserzeuger, Warnanzeige und Stromversorgungseinheit.



### Titel der Erfindung

Anordnung zur Atemstromüberwachung, insbesondere in der Kinderintensivmedizin

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Atemstromüberwachung, insbesondere in der Kinderintensivmedizin zur Langzeitüberwachung des Atemstromes bei Risikokindern aller Altersstufen unter den verschiedensten Bedingungen, wie Spontanatmung, bei intubierten oder tracheotomierten Kindern, im Inkubatormilieu, bei CPAP-Atemhilfe und maschineller Beatmung, unabhängig von der Motorik des Kindes, plötzlicher Mundatmung sowie pflegerischer Maßnahmen.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannte Anordnungen zur Überwachung der Atmung transformieren die mechanischen Abläufe in elektrische Signale. Dabei wird vor allem die Atembewegung zur Registrierung benutzt.

Die Überwachung der Atmung bei Risikokindern ist zur unbestrittenen Notwendigkeit geworden, da in Krisensituationen die Atemfunktion im Vergleich zur Herzaktion zuerst versagt.

Aus "Acta paediat. scand. Suppl. 207 (1970)" ist eine rheografische Atemkontrolle bekannt, bei der die Impedanzänderung des Thorax in einem Wechselstromfeld in Abhängig-

keit von der Atembewegung registriert wird. Die rheografische Atemkontrolle hat den Nachteil, daß die registrierte Atembewegung nicht immer einer suffizienten Atmung entspricht. Der Wechselstromwiderstand wird durch Herzaktionen, nicht atmungsbedingte Bewegungsimpulse, Änderungen der Lungendurchblutung und Verschiebungen innerer Organe beeinflußt. Ein weiterer Nachteil ist in der Möglichkeit des Entstehens von Weichteilinfektionen bei Langzeitüberwachungen durch die an der Oberfläche des Körpers oder im Gewebe liegenden Rezeptoren zu sehen. Schließlich können frustrane Thoraxbewegungen einen Alarm verhindern, so daß Obstruktionen des Tubus oder der Trachealkanüle bei intubierten bzw. tracheotomierten Kindern mit Spontanatmung sowie Dekonnektierungen bei CPAP-Atemhilfe nicht unmittelbar erfaßt werden können. Auch das Anlegen der Elektroden erfordert große Sachkenntnis.

Da die Registrierung der Atembewegung, z.B. mit der rheografischen Atemkontrolle, nicht immer einer suffizienten Atmung entspricht, erscheinen Methoden, die die Effizienz der Atmung über die Registrierung des Atemstromes erfassen, logischer. Aus unerklärlichen Gründen hat man jedoch bisher diesem Meßprinzip mit Ausnahme der thermischen Atemkontrolle wenig Bedeutung beigemessen. Aus "Monatsschr. Kinderheilk. 116 (1968) 193 - 194" ist ein thermisches Atemüberwachungsgerät für Frühgeborene bekannt, mit dem die Temperaturdifferenz des Atemstromes während der In- und Expiration registriert wird. Die thermische Atemüberwachung hat den Nachteil, daß die Zuverlässigkeit der Überwachung in hohem Maße von der exakten Applikation des Rezeptors im Atemstrom abhängt. Die Lage des Rezeptors wird stark von den Körperbewegungen des Kindes beeinflußt. Eine Überwachung im Inkubatormilieu ist nicht möglich, da keine registrierbaren Temperaturdifferenzen zustandekommen.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Anordnung zur Atemstrom-

überwachung so zu gestalten, daß die Funktion der Anordnung unter den verschiedensten Bedingungen, wie sie insbesondere in der Kinderintensivmedizin auftreten, mit hoher Zuverlässigkeit gewährleistet ist. Bei Langzeitüberwachungen darf der Rezeptor keine nachteiligen Wirkungen, wie Beeinträchtigungen und Weichteilinfektionen, am Kind hervorrufen. Dabei soll das Anlegen und die Überprüfung der Lage des Rezeptors einfach und schnell möglich sein.

### Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Atemstromüberwachung, insbesondere in der Kinderintensivmedizin zur Langzeitüberwachung des Atemstromes bei Risikokindern aller Altersstufen unter den verschiedensten Bedingungen, wie Spontanatmung, bei intubierten oder tracheotomierten Kindern, im Inkubatormilieu, bei CPAP-Atemhilfe und maschineller Beatmung, unabhängig von der Motorik des Kindes, plötzlicher Mundatmung sowie pflegerischer Maßnahmen zu schaffen. Das registrierte Atmungssignal soll in hohem Maße einer suffizienten Atmung entsprechen, also unabhängig von Herzaktionen, nicht atmungsbedingten Bewegungsimpulsen, Änderungen der Lungendurchblutung und Verschiebungen innerer Organe sein. Der Rezeptor soll nichtinvasiv und so angeordnet sein, daß sich Lageveränderungen auf die Funktionssicherheit der Anordnung nicht auswirken.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem die Druckschwankungen des Atemstromes erfaßt und registriert werden. Hierzu wird im Atemstrom des Kindes ein piezoelektrischer Wandler direkt oder über einen flexiblen Schlauch appliziert. Dem piezoelektrischen Wandler ist eine Auswerteeinheit unmittelbar oder über eine Verbindungsleitung nachgeschaltet. Um mögliche Störeinflüsse auf die Anordnung gering zu halten, ist es günstig, den flexiblen Schlauch bzw. die Verbindungsleitung kurz zu halten. Es ist vorteilhaft, den piezoelektrischen Wandler bzw. die Öffnung des flexiblen

Schlauches im Vestibulum nasi oder vor der Nase anzuordnen und beispielsweise am Nasenrücken zu fixieren. Bei intubiertem oder tracheotomiertem Kind ist es günstig, den piezoelektrischen Wandler bzw. die Schlauchöffnung in der Wand des Tubus oder der Trachealkanüle anzuordnen. Weiterhin ist es vorteilhaft, daß bei der Applizierung des piezoelektrischen Wandlers über einen flexiblen Schlauch im Atemstrom des Kindes das am Kind applizierte Schlauchende in einem auswechselbaren, trichterförmigen Aufsatz ausläuft, um durch unterschiedliche Form eine optimale Anpassung an die verschiedenen Einsatzbedingungen und das Alter des Kindes zu erreichen. Die dem piezoelektrischen Wandler nachgeschaltete Auswerteeinheit besteht aus einem Schmalbandverstärker, dessen obere und untere Grenzfrequenz durch die praktisch mögliche Atemfrequenz bestimmt ist. Eine optische Anzeige ermöglicht die Kontrolle der Atemtätigkeit. Dem Schmalbandverstärker folgt ein Verstärker mit einer Gleichrichterwirkung mit Schwellwert aufweisenden Charakteristik und nachgeschaltetem Zeitglied. Das Zeitglied besteht vorzugsweise aus einem gegen Masse liegenden Kondensator mit parallelgeschaltetem Entladungswiderstand. Es ist vorteilhaft, das Zeitglied so zu dimensionieren, daß Atempausen auf die Wirkungsweise der Anordnung keinen Einfluß haben. Weiterhin ist es vorteilhaft, den Schmalbandverstärker mit dem Verstärker über einen Koppelkondensator zusammenzuschalten, so daß Störungen im Verstärkerteil über die Warnanzeige ebenfalls erkennbar sind. Ein dem Zeitglied nachgeschalteter Schwingungserzeuger, vorzugsweise ein astabiler Multivibrator, steuert eine optische und akustische Warnanzeige an. Der Auswerteeinheit ist eine Stromversorgungseinheit nachgeschaltet. Die Stromversorgungseinheit besteht vorzugsweise aus einer Stromquelle, einem Schalter und einer optischen Anzeige mit hohem Nennstrom und parallel zu diesen einer Diode. Die Diode schützt in Verbindung mit der optischen Anzeige die Auswerteeinheit vor einer Zerstörung durch Falschpolung der Stromquelle und zeigt die Falsch-

polung an.

Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, daß das unter den unterschiedlichsten Bedingungen registrierte Atmungssignal in hohem Maße einer suffizienten Atmung entspricht. Die Applikation des Rezeptors direkt oder über einen flexiblen Schlauch im Atemstrom erlaubt eine komplikationslose Langzeitüberwachung bei geringster Störanfälligkeit und Belastung des Kindes. Dem Einsatz unter den Bedingungen der Kinderintensivmedizin kommt die Anordnung insofern entgegen, als Bewegungen, die durch die Motorik des Kindes oder durch pflegerische Maßnahmen entstehen, keinen Einfluß auf die Überwachung haben. Eine über die Nase eingeführte Sonde zur Ernährung behindert die Abnahme des Atemstromes über den beispielsweise im Vestibulum nasi oder vor der Nase endenden flexiblen Schlauch nicht. Die Annahme, daß plötzliche Mundatmung die Ableitung des Atemstromes an der Nase unmöglich macht, hat sich als falsch erwiesen. Bei dieser Form der Atmung reichen die in den Nasenraum übertragenen Druckänderungen für eine ordnungsgemäße Registrierung aus. Die Funktionssicherheit bleibt auch beim schreienden Kind und unter komplizierten Lagerungsbedingungen erhalten. Spontan atmende, intubierte bzw. tracheotomierte Kinder können komplikationslos überwacht werden. Ebenso ist die Kontrolle der CPAP-Atemhilfe und der maschinellen Beatmung möglich.

Der Einsatz der beschriebenen Anordnung ist auch für die Überwachung der Atmung von Erwachsenen möglich.

Im folgenden soll die erfindungsgemäße Lösung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden. Die dazugehörige Zeichnung zeigt das Blockschaltbild der Anordnung.

#### Ausführungsbeispiel

Im Atemrhythmus entstehen niederfrequente Druckschwankungen.

Die Abnahme vom Kind 1 erfolgt über einen flexiblen Schlauch 2, der mit der Öffnung im Vestibulum nasi oder vor der Nase im Atemstrom liegt und artefaktsicher am Nasenrücken fixiert ist. Trichterförmige Aufsätze auf die Spitze des flexiblen Schlauches 2 mit unterschiedlicher Form ermöglichen die optimale Adaption an die unterschiedlichen Einsatzbedingungen und das Alter des Kindes 1. Bei intubiertem bzw. tracheotomiertem Kind 1 wird der flexible Schlauch so fixiert, daß die offene Spitze etwa 3 mm in das Lumen des Tubus bzw. der Trachealkanüle ragt und vom Atemstrom angeblasen wird. Zur Kontrolle bei der CPAP-Atemhilfe und der maschinellen Beatmung werden die Druckschwankungen, die im Beatmungssystem entstehen, über eine dicke, in das Tubusansatzstück eingestochene Kanüle abgenommen. Damit gelangen die niederfrequenten Druckschwankungen über den am Kind 1 applizierten flexiblen Schlauch 2 zum piezoelektrischen Wandler 3, der eine geringe Wechselspannung erzeugt. Die Wechselspannung gelangt in eine Auswerteeinheit. Der piezoelektrische Wandler 3 kann auch direkt im Atemstrom appliziert sein, wobei das Signal des Wandlers 3 dann über eine Verbindungsleitung der Auswerteeinheit zugeführt wird. Um mögliche Störeinflüsse so gering wie möglich zu halten, ist es vorteilhaft, den flexiblen Schlauch 2 bzw. die Verbindungsleitung so kurz wie möglich zu halten. In der Auswerteeinheit liefert der dem piezoelektrischen Wandler 3 folgende Schmalbandverstärker 4 mit einer unteren Grenzfrequenz von etwa 0,4 Hz und einer oberen Grenzfrequenz von etwa 16 Hz eine Ausgangswechselspannung, deren negativen Halbwellen einen Strom durch die Lichtemitterdiode 5 treiben, so daß diese im Atemrhythmus aufleuchtet. Die Lichtemitterdiode 5 ist funktionsbedingt grünleuchtend. Die Grenzfrequenzen leiten sich aus dem praktisch möglichen Atemfrequenzbereich ab. Die Ausgangsspannung des Schmalbandverstärkers 4 gelangt über den Koppelkondensator 6 zum Verstärker 7, der eine Gleichrichterwirkung mit Schwellwert und ein nachgeschaltetes Zeitglied 8;9 besitzt. Die negativen Halbwellen der Eingangsspannung des Verstärkers 7

haben, sofern ein Spannungsschwellwert überschritten wird, einen Ausgangsstrom zur Folge, der zur Aufladung des zeitbestimmenden Kondensators 8 dient. Über den Entladewiderstand 9 ist eine langsame Entladung des Kondensators 8 möglich. Bei normaler Atemtätigkeit liegt die Ladespannung des Kondensators 8 immer in der Nähe des durch die Aussteuerungsgrenze des Verstärkers 7 gegebenen oberen Wertes. Die Ladespannung dient als Steuerspannung für den als Schwingungserzeuger vorgesehenen astabilen Multivibrator 10, der bei genügend großer Steuerspannung gesperrt ist. Bleibt die Atemtätigkeit und damit die Nachladung des Kondensators 8 aus, so entlädt sich dieser über den Entladewiderstand 9. Wird nach einer Entladezeit von ca. 20 s die Sperrspannung des astabilen Multivibrators 10 unterschritten, so setzen die Schwingungen ein und der Lautsprecher 12 gibt einen Alarmton ab. Die rotleuchtende Lichtemitterdiode 11 dient zusätzlich zur optischen Anzeige des Alarms. Die Apnoezeit bis zur akustischen und optischen Alarmierung liegt deshalb bei ca. 20 s, da Atempausen ohne pathologischen Wert von 10 - 15 s auftreten können, nach denen das Kind spontan völlig normal weiteratmet. Die galvanische Trennung des Schmalbandverstärkers 4 von der übrigen Auswerteeinheit durch den Koppelkondensator 6 bewirkt, daß alle Fehler im Verstärkerteil die Auslösung eines Alarms zur Folge haben. Die Stromversorgungseinheit besteht aus einer Stromquelle 16, die über den Schalter 15 geschaltet wird. Die zur Stromquelle 16 in Reihe liegende Lampe 14 und die zu beiden parallel liegende Diode 13 verhindern eine Zerstörung der elektronischen Bauelemente bei Falschpolung der Stromquelle 16. Der Nennstrom der Lampe 14 ist wesentlich größer als die Stromaufnahme, so daß sie nur bei Falschpolung aufleuchtet und diese damit anzeigt.



### Erfindungsansprüche

1. Anordnung zur Atemstromüberwachung, insbesondere in der Kinderintensivmedizin zur Langzeitüberwachung des Atemstromes bei Risikokindern aller Altersstufen unter den verschiedensten Bedingungen, wie Spontanatmung, bei intubierten oder tracheotomierten Kindern, im Inkubatormilieu, bei CPAP-Atemhilfe und maschineller Beatmung, unabhängig von der Motorik des Kindes, plötzlicher Mundatmung sowie pflegerischer Maßnahmen, gekennzeichnet dadurch, daß ein piezoelektrischer Wandler (3) direkt oder über einen flexiblen Schlauch (2) im Atemstrom des Kindes (1) appliziert ist und dem piezoelektrischen Wandler (3) unmittelbar oder über eine Verbindungsleitung eine Auswerteeinheit nachgeschaltet ist.
2. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der piezoelektrische Wandler (3) bzw. die Öffnung des flexiblen Schlauches (2) im Vestibulum nasi oder vor der Nase angeordnet und am Nasenrücken fixiert bzw. bei intubiertem oder tracheotomiertem Kind (1) in der Wand des Tubus oder der Trachealkanüle angeordnet ist.
3. Anordnung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das im Atemstrom applizierte Schlauchende in einem auswechselbaren, trichterförmigen Aufsatz endet.
4. Anordnung nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die dem piezoelektrischen Wandler (3) nachgeschaltete Auswerteeinheit aus einem Schmalbandverstärker (4) mit optischer Anzeige (5) der Atemtätigkeit, einem eine Gleichrichterwirkung mit Schwellwert aufweisenden Verstärker (7) mit nachgeschaltetem Zeitglied, vorzugsweise bestehend aus einem gegen Masse liegenden Kondensator (8) mit parallelgeschaltetem Entladewiderstand (9), einem Schwingungserzeuger (10), vorzugsweise einem astabilen Multivibrator, einer optischen Warnanzeige (11) und einer akustischen Warnanzeige (12) und

einer Stromversorgungseinheit besteht, wobei der Schmalbandverstärker (4) und der Verstärker (7) vorzugsweise über einen Koppelkondensator (6) zusammengeschaltet sind.

5. Anordnung nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Stromversorgungseinheit aus einer Stromquelle (16), einem Schalter (15) und einer optischen Anzeige (14) mit hohem Nennstrom und parallel zu diesen geschalteter Diode (13) besteht.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

