

**Zeitschrift:** Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen  
Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la  
Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino  
della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

**Herausgeber:** Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

**Band:** 24 (1988)

**Heft:** 9

**Artikel:** Die Effekte beim Atmen mit Positive Expiratory Pressure

**Autor:** Kandel, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-930395>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Die Effekte beim Atmen mit Positive Expiratory Pressure

M. Kandel\*

*Atmen mit erhöhtem expiratorischem Druck wird schon viele Jahre ausgeführt mittels "pursed lips breathing" (Lippenbremsen). Mit der PEP-Maske hat der Physiotherapeut die Möglichkeit den expiratorischen Druck zu variieren und zu kontrollieren.*

*Die PEP-Maske ist eine Maske, die Mund und Nase bedeckt, und ein Ein- und Ausatemungsventil hat. Verschiedene Widerstände am Ausatemungsventil ermöglichen die Druckregulation. Mit einem zwischengeschalteten Manometer kann der expiratorische Druck abgelesen werden.*

## Mechanische Aspekte

Um eine Uebersicht über die Kräfte zu bekommen, die während der Atmung eine Rolle spielen, besprechen wir zuerst die elastischen Eigenschaften von Lunge und Thorax mit ihrer Konsequenz auf den Luftstrom.

Der Volumenstrom wird bestimmt durch die treibende Kraft (= alveolärer Druck,  $P_A$ ) und die Durchgängigkeit der Luftwege. Diese treibende Kraft (alveolärer Druck,  $P_A$ ) wird während der Expiration durch die elastische Zugkraft des Lungengewebes,  $F_{el}$ , und (bei forcierter Expiration) durch die Muskelkraft,  $F_{mu}$ , bestimmt (Abb. 1a).

Die elastische Zugkraft der Lunge ist abhängig vom Volumen und der Compliance (Mass für Geschmeidigkeit des Lungengewebes) nach der Formel:

$$F_{el} = -(1/C) \cdot V$$

Der transpulmonale Druck,  $P_{tp}$ , ist gleich wie der pleurale Druck,  $P_{pl}$ , und wie folgt zu definieren:

$$P_{tp} = P_{pl} = P_A - F_{el}$$

In den Luftwegen selber herrscht ein intrabronchialer Druck,  $P_{br}$ , der bei der Expiration von peripher ( $P_{br} = P_A$ ) nach zentral ( $P_{br} = P_M$ ) abnimmt. Der  $P_{br}$  nimmt schneller ab bei grösserem Luftwegswiderstand. Der Druck über der Lunge (welcher im Oesophagus gemessen werden kann) ist gleich dem Unterschied zwischen Pleuradruck und Munddruck. Der Pleuradruck ist negativ und wird nur positiv bei der forcierter Expiration (wie gegen Widerstand, Husten oder bei der

PEP-Beatmung). Weil der  $P_A$  bei der Expiration positiv und der  $P_{pl}$  negativ ist, ist der  $P_{br}$  über dem ganzen Weg grösser als der  $P_{pl}$ . Dadurch werden die Luftwege über den ganzen Weg offen gehalten. (Abb. 1b).

Bei der forcierter Ausatmung kann der  $P_{pl}$  positiv werden, wodurch irgendwo in den Luftwegen ein Punkt entsteht, wo der  $P_{pl}$  gleich wie der  $P_b$  ist (Abb. 1c). Dieser Punkt heisst Equal Pressure Point, EPP. Peripher von diesem Punkt ist der  $P_{br} > P_{pl}$  und bleiben die Luftwege geöffnet. Zentral von diesem EPP aber ist der  $P_{br} < P_{pl}$  und es entsteht Kompression auf die Luftwege. Dort wo zuerst diese Kompression auftritt nennt man das "Choke Point", CP, dahinter entsteht ein sogenanntes "Flow Limiting Segment", FLS, (2, 7, 11) wo ein starker intrabronchialer Druckabfall auftritt (13). Das FLS hat Konsequenzen für den Luftstrom.

Entsteht das FLS in den grossen Luftwegen, dann entstehen hier nämlich hohe Strömungsgeschwindigkeiten und ausserdem turbulente Strömungen (2). Die Untersuchungen zeigten (10), dass turbulente Strömungen einen mobilisierenden Effekt auf Sekret haben, das sich an der Wand der Luftwege befindet. Bei zunehmender Sekretlage und gleichbleibenden Strömungsgeschwindigkeiten nimmt die Clearance ("Säuberung") zu, selbstverständlich abhängig von der Zähflüssigkeit des Sekretes.

Dieses Phänomen benützt man bei der Forced Expiration Technique. Entsteht das FLS aber in kleineren (peripheren) Luftwegen, dann entsteht die Möglichkeit dass durch das FLS die Strömungsgeschwindigkeit nicht zunimmt, sondern abnimmt (2)!

Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt nämlich bei einem kleineren Durchmesser und bei einer schlaffen Wand ab. In Richtung Peripherie finden wir weniger Knorpelstrukturen und die Stärke der Wand wird mehr von elastischen Eigenschaften bestimmt. Diese Erscheinung wird weiter beim Emphysem (schlaffere Wand) und Asthma Bronchiale (kleinere Diameter) verstärkt. In extremen Fällen sehen wir beim Emphysem Patienten sogar die Entstehung eines Luftwegskollapses. In solchen Fällen gibt es also nur negative Effekte des FLS.

Wie zu erwarten ist, ist der EPP (und so das FLS) in seiner Lage variabel (8, 13, 17).

Es liegt mehr peripher bei:

- tiefer ausatmen
- forciert ausatmen
- verminderter Lungenelastizität
- grösserem Luftwegswiderstand
- geringerer Bronchusstabilität

Der EPP (und damit das FLS) verschiebt sich mehr zentral bei:

- atmen auf einem höherem Niveau (mehr Volumen)
- grösserer Lungenelastizität
- vermindertem Luftwegswiderstand
- grösserer Bronchusstabilität

## Begriffe und Abkürzungen

$P_A$	= alveolärer Druck
$P_{pl}$	= pleuraler Druck
$P_M$	= Munddruck
$P_{br}$	= intrabronchialer Druck
$P_{tp}$	= Transpulmonaler Druck
$F_{el}$	= elastische Zugkraft des Thoraxes
$F_{mu}$	= Muskelkraft
$F_c$	= elastische Zugkraft des Thoraxes
PEP	= Positive Expiratory Pressure
FLS	= Flow Limiting Segment
Epp	= Equal Pressure Point
CP	= Choke Point
AMV	= Atemminutenvolumen
FRK	= Funktionelle Residualkapazität
$R_V$	= Residualvolumen
$C_V$	= Closing Volume

\* Physiotherapeut, Kantonsspital St. Gallen, CH-9007 St. Gallen





# Seminar Reizstrom und Ultraschall und deren Anwendung in der Praxis

Referent: Franz Schmid, Fachlehrer für phys. Therapie, Berlin

<b>Termin:</b>	Samstag, 8. Oktober 1988
<b>Tagungsort:</b>	Novotel Zürich Airport, Talacker 21, 8152 Glattbrugg
<b>Kostenbeitrag:</b>	Fr. 120.— je Teilnehmer, einschl. Pausengetränke und Mittagessen und Seminarunterlagen

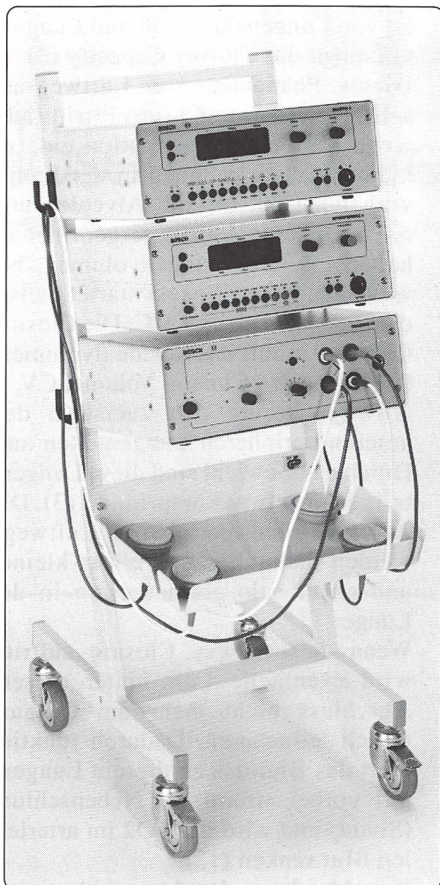
**Aus dem Seminarprogramm:** Die physikalischen und medizinischen Grundlagen der Reizstrom- und Ultraschall-Therapie  
Einführung in die Reizstrom-, Hochvolt- und Ultraschall-Therapie sowie in die Kombination Strom – Ultraschall  
Praktische Beispiele

Fordern Sie jetzt das detaillierte Seminarprogramm an.

**MEDICARE AG**

Mutschellenstrasse 115, 8038 Zürich,  
Telefon 01/482 482 6

**BOSCH**



**BOSCH Med-Modul-System:**

## Die fahrbaren Leader 6 Einzelgeräte auch als Kombination für Reizstrom- und Ultraschall-Therapie

- **Diadyn 4:** diadynamische Ströme
- **Interferenz 4:** Interferenzströme nach Nemec für Mittelfrequenz-Therapie
- **HV-4:** Hochvolttherapie
- **SP-4:** schnelle, intensive und hochwirksame Muskelstimulation
- **Vacomed 4 S:** Saugmassage
- **Sonomed 4:** Ultraschall- oder Kombinationstherapie mit Reizströmen.

### Wesentlichste Vorteile:

hohe Patienten- und Gerätesicherheit, verschiedene Automatikprogramme für Stromform und Umpolung, Mikroprozessor-Technologie

Ausführliche Produkt-Unterlagen erhalten Sie beim **BOSCH**-Generalvertreter für die Schweiz:

**MEDICARE AG**

Mutschellenstr. 115, 8038 Zürich, Tel. 01/482 482 6

**BOSCH**



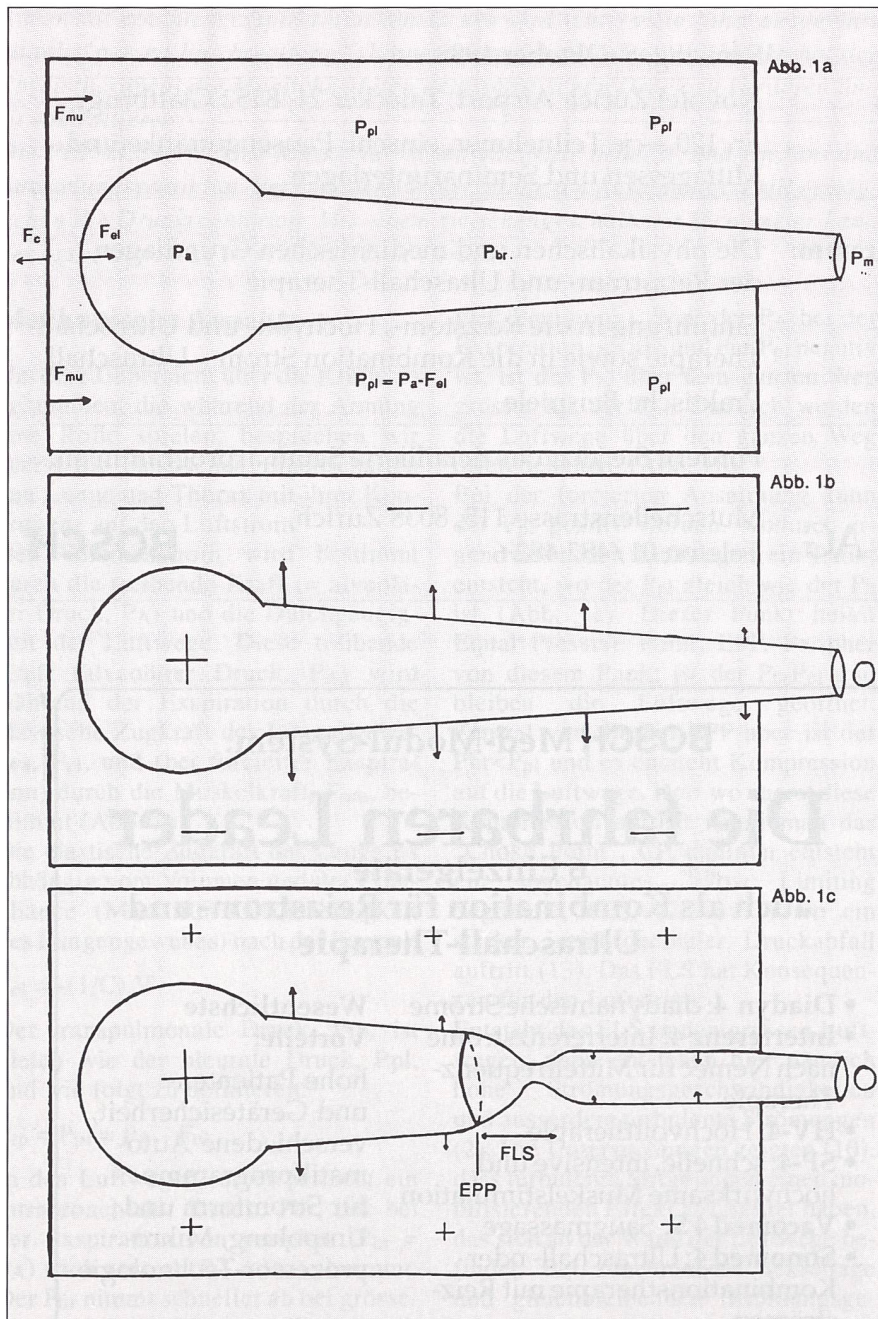


Abbildung 1 a, b, c

In Abbildung 1a sehen wir eine schematische Zeichnung der Luftwege: Alveolen und Thorax. Angegeben sind die Kräfte, die bei der Atmung eine Rolle spielen. Erklärungen siehe Text.

In Abbildung 1b sind die Druckverhältnisse im ganzen System während einer normalen Expiration angegeben. Die Druckverhältnisse sind gegenüber dem extrathorakalen Munddruck angegeben, der als Null angenommen wird.

Während der Expiration ist der  $P_A$  positiv gegenüber dem  $P_M$ . Der Pleuradruk ist negativ gegenüber dem  $P_M$ . Deswegen ist der intrabronchiale Druck im ganzen Luftwegssystem grösser als der Pleuradruk. Die Luftwege werden dadurch offen gehalten.

In Abbildung 1c sehen wir die Situation bei kräftiger Ausatmung, wobei der Pleuradruk positiv wird. Trotzdem, dass unter diesen Umständen auch der  $P_A$  zunimmt, befindet sich irgendwo im System ein Punkt wo der  $P_{br} = P_{pl}$  ist, der EPP. Ungefähr 0.5 cm zentral des Punktes finden wir den grössten intrabronchialen Druckabfall (13).

Das Verschieben des EPP (FLS) kann man bei den genannten Umständen einfach auseinandersetzen mit Hilfe von Abbildungen 1 a, b, c.

Ob der EPP und das FLS auch bei der Inspiration eine Rolle spielen, ist in der Literatur nicht aufzufinden. Es scheint unwahrscheinlich zu sein, weil bei Inspiration zwar der  $P_A$  leicht negativ wird, aber der  $P_{pl}$  wird noch negativer als er schon war, so dass nirgendwo in den Luftwegen ein Punkt mit gleichem Druck ( $P_{br} = P_{pl}$ ) ist. Sogar bei starkem Einatmungswiderstand, wobei der  $P_A$  stark negativ wird, bleibt der  $P_{pl}$  negativer.

Neben dem EPP (FLS), der in den grossen Luftwegen einerseits einen mobilisierenden Effekt hat, aber andererseits (vor allem in den kleineren Luftwegen) auch mehr Energie kostet um die Ventilation auf Niveau zu behalten, gibt es auch noch einen anderen Mechanismus, der abhängig ist von Lungenelastizität und Lungenvolumen: die Closing Capacity (3).

Dieses Phänomen von Luftwegsabschluss (Airway Closure) tritt auf, wenn nach einer Expiration eine zu kleine Menge Volumen in der Lunge vorhanden ist, um die Alveolen und die peripheren Luftwege geöffnet zu halten (3). Das Lungenvolumen, bei welchem dieser Prozess startet, heisst die Closing Capacity, CC. Die Closing Capacity minus das Residualvolumen, RV, heisst das Closing Volume, CV.

Airway Closure tritt zuerst in den unteren peripheren Lungenteilen auf. Durch das Gewicht sind diese Lungenteile schon etwas komprimiert (3). Die Alveolen und peripheren Luftwege werden dadurch schon etwas kleiner und enger sein als anderswo in der Lunge.

Wenn dies Airway Closure auftritt, wird eventuelle Luft hinter diesem Abschluss nicht mehr am Gasaustausch teilnehmen. Dadurch funktioniert das Blut das an diesem Lungenteil vorbei strömt als Nebenschluss (Shunt) und wird das  $pO_2$  im arteriellen Blut senken (15).

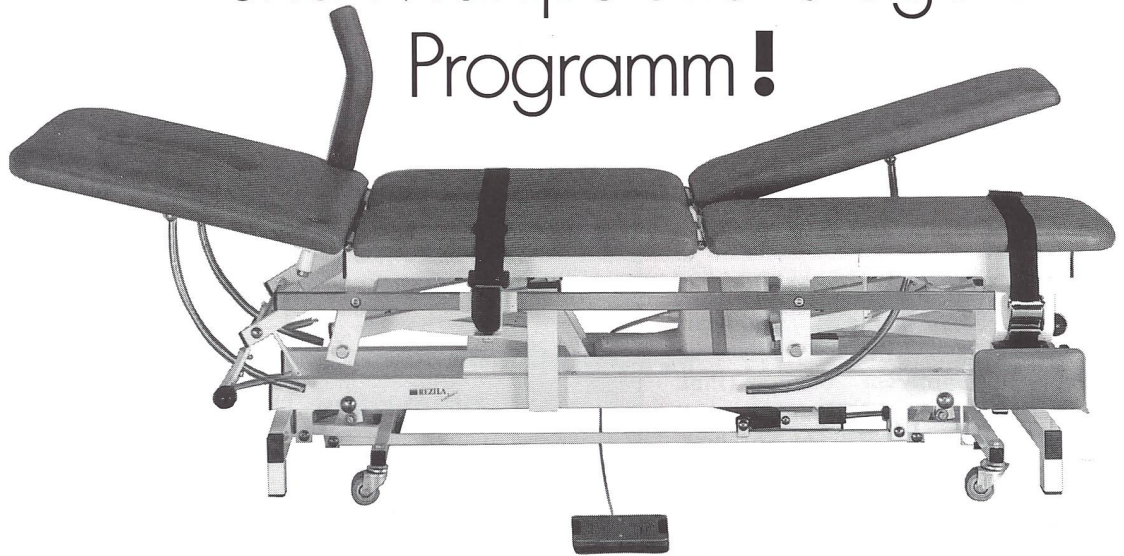
Bei Abnahme der Lungenelastizität (wie bei zunehmendem Alter oder



---

Jetzt bei **Kölla ag** :  
MEDIZINTECHNIK

Das gesamte **REZILA** Behandlungs-  
und Manipulationsliegen-  
Programm !



**NEU :**

Ausgerüstet mit problem-  
losem Schweizer ***magnetic***-Motor  
und widerstandsfähigem  
Schweizer Kunstlederbezug  
**stamskin<sup>®</sup>**  
**póra**

---

**Kölla ag**  
MEDIZINTECHNIK

Reppischtalstrasse, CH-8920 Aeugstertal a.A.  
Telefon 01 - 761 68 60

**REZILA**  
*exclusive*

**... von Mund zu Mund bekannter!**

beim Emphysem) nimmt das CV zu, wodurch schneller ein Airway Closure entstehen kann. Es zeigt sich, dass durchschnittlich ab sechzigstem Altersjahr das CV gleichgross ist wie die Funktionelle Reserve Kapazität, FRK (3).

### Effekt von PEP (Maske)

Den Widerstand an die Expiration als therapeutisches Mittel zu geben ist nicht neu. Emphysem Patienten (Pink Puffer) führen diese Methode schon lange Zeit mittels "pursed lips brathing" (Lippenbremsen) aus. Hierbei wird normal eingeatmet und darauf durch die geschlossenen Lippen ausgeatmet (was übereinkommt mit einem Widerstand von  $\pm 3\text{cm H}_2\text{O}$  (9)).

Die positive expiratory pressure als Behandlungsmethode bei cystische Fibrose Patienten wurden 1981 in Dänemark eingeführt. Seitdem haben einige Untersuchungen nach den Effekten von PEP, speziell in der Anwendung mit der PEP-Maske (Abb. 2) statt gefunden.

Diese Untersuchungen wurden fast alle bei cystische Fibrose Patienten (5, 6, 16) und Emphysem Patienten (14) durchgeführt. Jetzt werden wir den Mechanismus und die Effekte des Atems mit der PEP-Maske besprechen.

Ein erster Effekt der PEP-Maske ist, dass die dynamische Kompression (FLS) aufgehoben werden kann (14). Eigentlich scheint dies unlogisch, weil durch einen erhöhten Druck am Mund ( $P_M$ ) der  $P_A$  genau so wie der  $P_{pl}$  steigen würde, falls wir den Atemstrom gleichgross gehalten. Das bedeutet, dass der EPP (FLS) stationär bleibt, und nur der  $\text{O}_2$ -verbrauch durch die erhöhte Atemarbeit grösser wird (17).

Aber auch mit gleichbleibender Atemarbeit sehen wir keinen positiven Effekt. Der Druckabfall wird zwar kleiner, wodurch sich die dynamische Kompression (FLS) nach zentral verschiebt, aber der Atemstrom nimmt

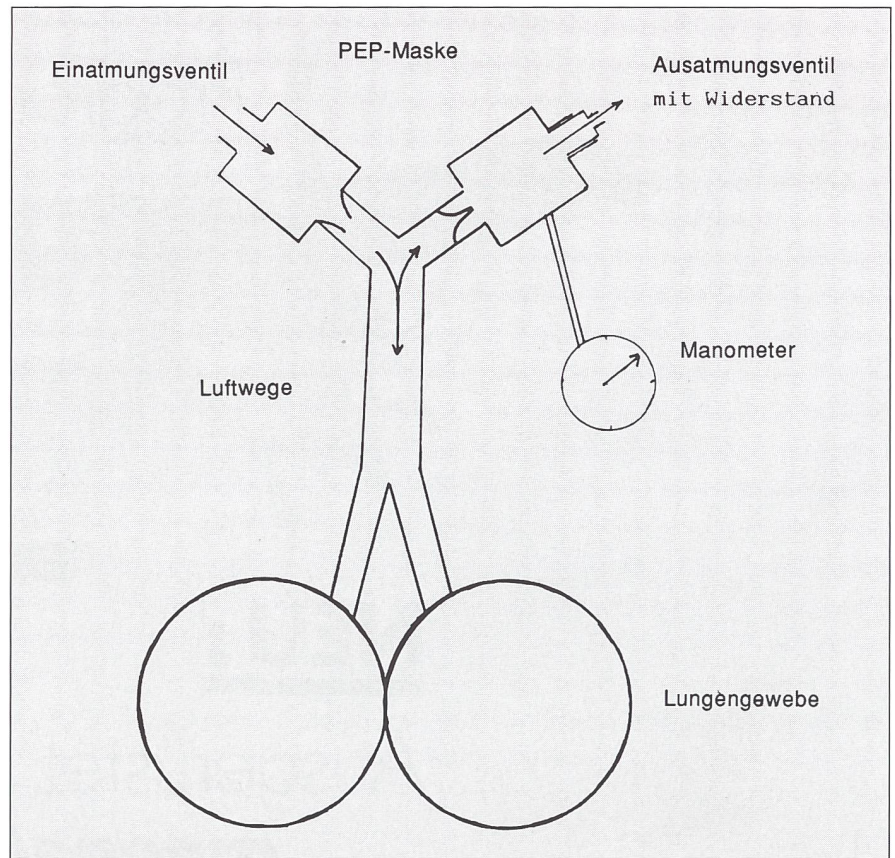


Abbildung 2: Schematische Zeichnung der PEP-Maske

Während einer Inspiration ist das Expirationsventil geschlossen und man atmet über das Einatemventil. Bei einer Expiration schliesst sich das Einatemventil und man atmet über das Ausatemventil, wo man verschiedene Widerstände geben kann. Der eichte Druck ist auf dem Manometer abzulesen.

dabei auch ab, was auf Kosten der Ventilation geht.

Der Effekt von PEP-Make oder pursed lips breathing liegt also nicht in einem einzelnen Atemzug, sondern zeigt sich erst nach längerer Anwendung.

Wir sehen nämlich ein Anstieg des Lungenvolumens (FRK) im Verlauf von einigen Atemzügen. Die dynamische Kompression würde infolge der vergrösserten elastischen Zugkraft des Lungengewebes ( $F_{el} = (1/C) \cdot V$ ) abnehmen (17). Auch die Möglichkeit auf Airway Closure in den kleineren Luftwegen nimmt bei Zunahme des Lungenvolumens ab.

Ingram und Schilder (9) fanden dann auch bei Emphysem Patienten ein Verminderung des intrapulmonalen Widerstandes als Folge des PEP-Atmens. Dies fand man aber nur, wenn die Lun-

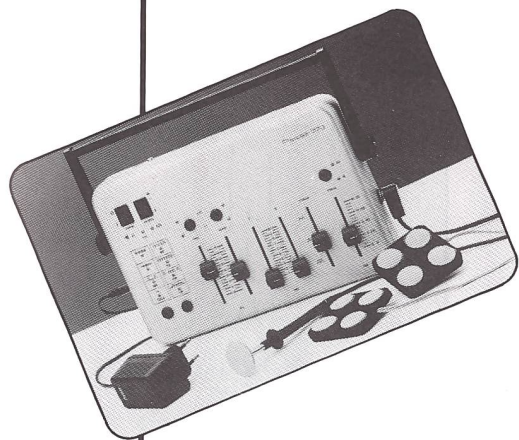
genelastizität tatsächlich abgenommen hat. Bei Patienten mit normaler Lungenelastizität fand man keine Veränderungen des intrapulmonalen Widerstandes (9). Unter Einfluss von PEP-Atmen bekommen wir zugleich einen langsameren expiratorischen Atemstrom und eine Abnahme der Atemfrequenz. Dies leitet zu einer effektiveren und gleichmässigeren Ventilation; siehe: kollaterale Ventilation. Es zeigt, dass auch das Atemminutenvolumen, AMV, abnimmt. Doch geht das nicht auf Kosten der alveolären Ventilation, da der Effekt des Totraumes unter Einfluss der geringeren Atemfrequenz abnimmt.

Das Atmen auf einem höheren Niveau (FRK) bei vermindertem Luftwegswiderstand führt auch dazu, dass Sekret in peripheren Luftwegen besser mobi-



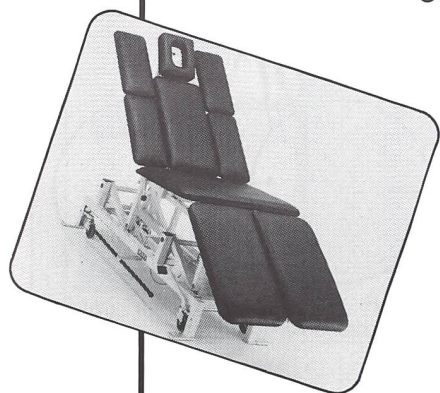
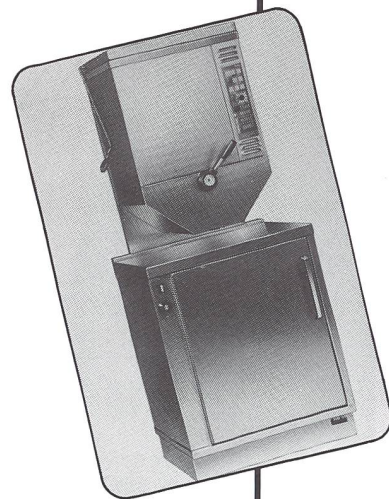


**VISTA**  
m e d sa / ag

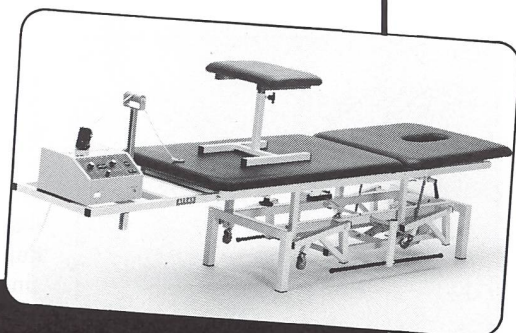


**VISTA med  
bietet Ihnen :**

- das kompletteste und modernste Programm der Physiotherapie-Ausrüstung
- das Fabrikationsprogramm Behandlungsliege **ATLAS**, aus eigener Herstellung
- eine breite Fachberatung bei Neueröffnung von Instituten oder bei Ersetzung alter Geräte
- einen wirksamen Kundendienst



**... wenn Angebote  
aus dem Rahmen  
fallen...**



**SEOUL 17.9. - 2.10. 1988**

comme à Calgary, *Vista med* est fournisseur officiel et exclusif de l'équipe olympique suisse à Seoul dans les domaines du matériel de physiothérapie, matériel de soins et de protection du sportif.

wie in Calgary ist *Vista med* auch bei den Olympischen Spielen in Seoul der offizielle und exklusive Ausrüster der Schweizer Nationalmannschaft auf dem Gebiet des Pflege-, Schutz- und Physiotherapie-Materials für die Sportler.

**VISTA med SA**

9, chemin du Crosset  
1024 Ecublens  
Téléphone 021 / 35 34 24

**VISTA med AG**

Lorystrasse 14  
3008 Bern  
Telefon 031 / 25 05 85



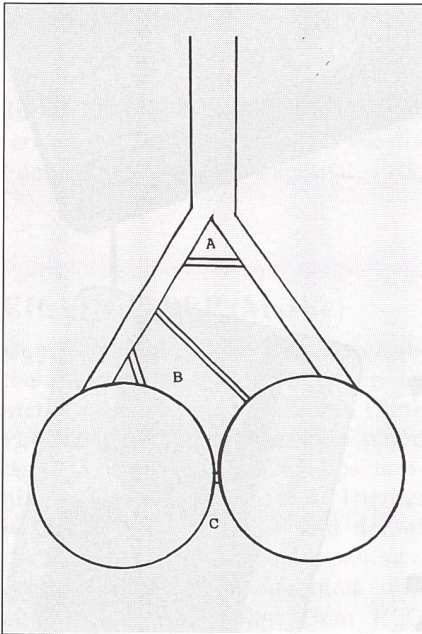


Abbildung 3  
Kollaterale Ventilation (nach gezeichnet aus Verboon, J.M.L., 17)  
Wir sehen von oben nach unten die Verbindung von Martin, A; die Verbindung von Lambert, B; und die Poen von Cohn, C.

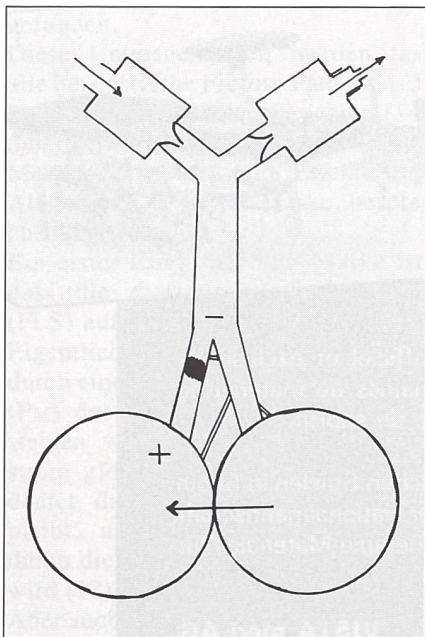


Abbildung 4  
Sekretmobilisation durch PEP-Atmen  
Durch kollaterale Ventilation über gute Lungenteile entsteht ein Druckunterschied zwischen distal und proximal der Obstruktion (3, 17)

lisiert werden kann. Ein anderer Mechanismus spielt bei dieser Sekretmobilisation eine noch grössere Rolle: die Kollaterale Ventilation.

### Kollaterale Ventilation

Kollaterale Ventilation heisst, dass es eine Ventilationsmöglichkeit zwischen parallelen peripheren Lungenteilen gibt (3). Dieser Prozess ist durch anatomische Shunts möglich, die sowohl interbronchiolär, bronchioalveolär als inneralveolär zu finden sind (12; Abb. 3).

Da Luft den Weg mit dem kleinsten Widerstand nimmt und Kollateralen einen grösseren Widerstand haben als die Luftwege selber, sind Kollateralen unter normalen Umständen fast bedeutungslos (3, 17). Bei Obstruktion der Luftwege nimmt der Widerstand der Luftwege zu und so auch die Funktion der Kollateralen für die Ventilation! Man kann das erklären mit der R-C-Zeit, das Produkt des Widerstandes eines Lungenteiles, R, und seiner Compliance, C. Kollaterale Ventilation hängt mit höheren R-C-Zeiten zusammen, weil Füllung und Leerung über diese Systeme langsam verlaufen. Bei Obstruktion von einem Lungenteil wird die kollaterale Ventilation über gesunde Lungenteile wichtiger, weil jetzt die höheren R-C-Zeiten der kollateralen Ventilation relativ kleiner sind (Im Vergleich zu der stark erhöhten R-C-Zeit der Luftwege).

Wenn es also eine Obstruktion eines Lungenteiles gibt, würde mit dem PEP-Atmen die während der Inspiration eingatmete Luft nicht so einfach zurück strömen können. Dadurch entsteht mehr Druck hinter der Obstruktion und so formt sich ein Druckunterschied zwischen distal und proximal der Obstruktion (3, 17, Abb. 4). Ein eventueller Schleimpfropfen der die Obstruktion verursacht, wird nach zentral versetzt und kann nach der Periode vom PEP-Atmen einfacher abgehustet werden.

Neben dem öffnen von Atelektasen spielt die kollaterale Ventilation auch

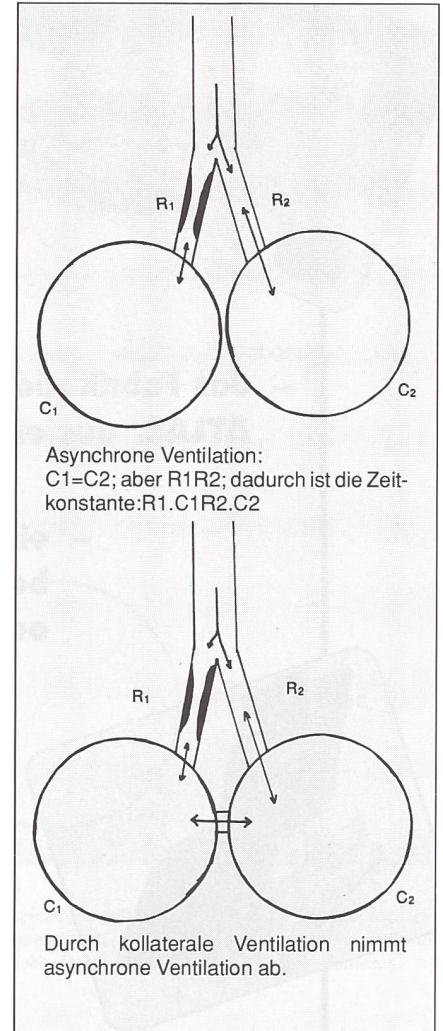


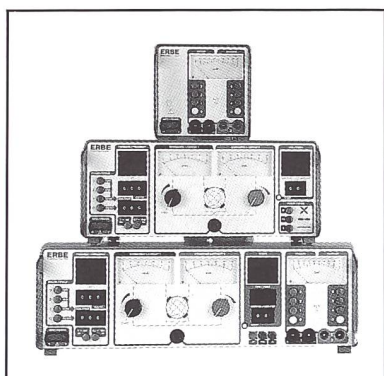
Abbildung 5  
Asynchrone Ventilation (nach gezeichnet aus Verboon, J.M.L., 17)

eine wichtige Rolle bei der Verminderung von asynchroner Ventilation und Verbesserung der Ventilationsverteilung. Asynchrone Ventilation tritt bei regionalen Unterschieden in der R-C-Zeit auf (Abb. 5).

PEP-Atmen würde den Effekt der kollateralen Ventilation fördern, vorallem durch die Abnahme der Atemfrequenz (17). Langsameres atmen sorgt für bessere und gleichmässige Ventilationsverteilung. Mueller u.a. fanden bei Emphysem Patienten nach einer Periode vom PEP-Atmen eine Verbesserung der arteriellen  $pCO_2$ ,  $pO_2$  und  $O_2$ -Sättigung. Diesem Effekt wurde

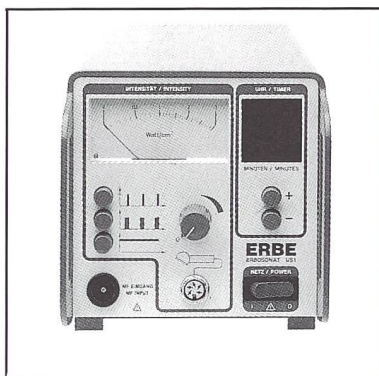


## FÜR JEDE BEHANDLUNG DAS RICHTIGE THERAPIE-GERÄT VON ERBE



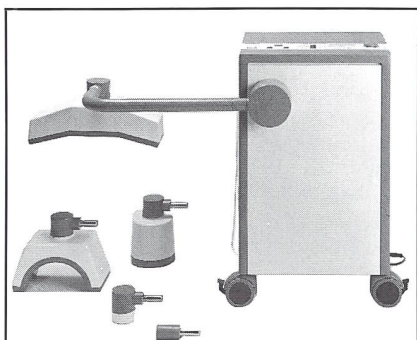
### REIZSTROMTHERAPIE

Geräteprogramm für alle Ansprüche



### ULTRASCHALLTHERAPIE

Handliches Gerät mit Möglichkeit  
für Kombinationstherapie



### WÄRMETHERAPIE

Dezimeterwelle, Kurzwelle, Mikrowelle



### KALTWINDTHERAPIE

Für einfache, schnelle und sichere Kälte

### Coupon

Ich wünsche: ☐ Unterlagen ☐ Angebot ☐ Vorführung

Gerätetyp: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_

**RÜEGGE MEDICAL**

Rüegge Medical AG  
Täferstrasse 20  
5405 Baden-Dättwil  
Telefon 056 84 02 84

Aussendienststellen in  
Lausanne, Av. des Boveresses 56  
Tel. 021 33 30 91  
Lugano-Caslano,  
Tel. 091 71 42 96

eine effektivere Atmung zugeschrieben. Es würde weniger Luftvolumen für eine bestimmte O<sub>2</sub>-Aufnahme brauchen.

Groth u.a. (6) fanden in einer Untersuchung bei cystischen Fibrose Patienten eine Zunahme der FRC und eine Abnahme der Trapped Gas Volume (gefangene Luft) bis zu 15 Minuten nach dem PEP-Atmen.

## Schlussfolgerung

Untersuchungen bei cystischen Fibrose- und Emphysem Patienten zeigten, dass durch das PEP-Atmen das Lungenvolumen und Atemvolumen zunimmt. Die Atemfrequenz, expiratorischer Atemstrom und AMV nehmen ab. Dadurch entsteht ein verminderter Einfluss der dynamischen Luftwegskompression und Abschluss der kleinen Luftwege (Airway Closure). Ungleichmässige Ventilation nimmt ab und die Clearance nimmt zu. Die Verbesserung der Symptome zeigt sich auch in verbesserten Blutgaswerten.

Ueber die praktische Anwendung der PEP-Maske ist weniger geschrieben. Falk u. a. (5) wendeten in ihrem Untersuchungs einen positiven Druck von 10-20 cmH<sub>2</sub>O an. Das ist der Druck der Andersen u.a. (1) für die Wiederbelüftung von kollabierten Lungenteilen benötigte.

Auch über die Anwendungszeit ist wenig geschrieben. Falk u.a. (5) fanden positive Effekte nach 2 Minuten PEP-Atmen.

In der Literatur beschränkt sich die Anwendung auf cystische Fibrose- und Emphysem Patienten, aber auch bei Asthma Patienten sind schon positive Effekte beobachtet worden.

Kontraindikationen gelten für schwer kranke Patienten, für welche das PEP-Atmen zu anstrengend wäre. Auch das PEP-Atmen bei Kindern unter dem durchschnittlichen sechsten Lebensjahr scheint nicht effektiv, weil Kollateralen erst ungefähr nach dem sechsten Lebensjahr funktionell werden.

Die Literatur zeigt, das PEP-Atmen

zum Beispiel über die PEP-Maske eine gut physiotherapeutische Massnahme sein könnte, die in Kombination mit anderen Techniken (wie Atemübungen, Husten, Haltungsdrainage, FET) ausgeführt werden kann. Weiter Untersuchungen über das PEP-Atmen scheinen jedoch noch notwendig.

## Summary

After a discussion of the mechanical principles of breathing, the effects of positive expiratory pressure are described. The effects are based on a study of literature existing about PEP. It seems that PEP-breathing by Cystic Fibrosis and Emphysema patients leads to an increase of both tidal volume and lung volume and a decrease of respiratory frequency and expiratory flow.

Intrapulmonary resistance decreases, collateral ventilation and sputum mobilisation improves. A more effective pattern of respiration is seen. PEP breathing by PEP mask seems to be an effective treatment within the chest physiotherapy.

## Literatur

- Andersen, J.B., J. Quist, T. Kann. Recruiting Collapsed Lung through Collateral Channels with Positive End Expiratory Pressure. *Scand. J. Respir. Dis.* 60, 260-266, 1979.
- Bogaard, J.M.. De Forced Expiration Technique. *Ned. Tijdschr. v. Fysioth.* 95, 89-93, 1985
- Bogaard, J.M.. "Pursed Lips" ademen en het "PEP" masker. *Ned. Tijdschr. v. Fysioth.* 96, 7-10, 1986
- Clarke, S.W., J.G. Jones, D.R. Oliver. Resistance to two-phase gas-liquid flow in airways. *J. Appl. Physiol.* 29, 464-471, 1970
- Falk, M., M. Kelstrup, J.B. Andersen, u.a. Improving the Ketchup Bottle Method with positive expiratory pressure, PEP, in cystic fibrosis. *Eur. J. Respir. Dis.* 65, 419-422, 1984
- Groth, S., u. a. Positive Expiratory Pressure (PEP-mask) Physiotherapy Improves. Ventilation and reduces Volume of Trapped Gas in Cystic Fibrosis. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 21, 339-343, 1985
- Hyatt, R.E.. Expiratory Flow Limitation. *J. Appl. Physiol.* 55, 1-8, 1983

- Hyatt, R.E., J.R. Rodarte, u. a. Changes in Lung mechanics. Flow-volume relations. In: *Lung Biology in health and disease*, vol. 12-The Lung in the transition between health and disease. Marcel Dekker, New York, 73-112, 1979
- Ingram, R.H., D.P. Schilder. Effect of Pursed Lip Breathing on the Pulmonary Pressure Flow Relationship in Obstructive Lung Disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 96, 381-388, 1967
- Leith, D.E.. Cough. In: *Lung Biology in health and disease*, vol. 5 (II). Respiratory defense mechanisms. Marcel Dekker, New York, 545-592, 1977
- Mead, J., u. a. Significance of the Relationship between Lung Recoil and Maximum Expiratory Flow. *J. Appl. Phys.* 22, 95-108, 1967
- Menkes, H.A., R.J. Traystman. Collateral Ventilation. *Am. Rev. Respir. Dis.* 116, 287-309, 1977
- Mink, S.N.. Expiratory Flow Limitation and the response to breathing a helium-oxygen gas mixture in a canine model of pulmonary emphysema. *J. Clin. Invest.* 73, 1321-1335, 1984
- Mueller, R.E., Th. L. Petty, G.F. Filley. Ventilation and Arterial Blood Gas Changes Induced by Pursed Lip Breathing. *J. Appl. Physiol.* 28, 784-789, 1970
- Netter, F.H.. The Ciba collection of medical illustrations, Respiratory System vol. VII, 1979
- Tønnesen, P., S. Størvring. Positive Expiratory Pressure (PEP) as Lung Physiotherapy in Cystic Fibrosis, a Pilot Study. *Eur. J. Respir. Dis.* 65, 419-422, 1984
- Verboon, J.M.L., P.J. Sterk. Positive Expiratory Pressure. *Ned. Tijdschr. v. Fysioth.* 97, 32-35, 1987

Adresse des Autors:

M. Kandel  
Kantonsspital St. Gallen  
9007 St. Gallen



# Rasch schmerzfrei ohne Nebenwirkungen durch TENS AGAR

Transkutane Elektrische Nervenstimulatoren (TENS) eignen sich zur Behandlung akuter und chronischer Schmerzen. TENS-Geräte sind so einfach, dass sie vom Patienten nach Anweisung des Arztes auch zuhause angewandt werden können.



Economic Fr. 185.-  
9 K Fr. 480.-

## Wirkungsweise (Schleusentheorie):

Das Nervensystem kann pro Zeiteinheit nur eine beschränkte Menge sensorische Informationen verarbeiten. Werden zu viele Informationen gesendet, unterbrechen bestimmte Zellen im Rückenmark die Signalübertragung; die Schmerzsignale treffen nicht mehr im Hirn ein. Bei der TENS-Anwendung werden daher auf der Haut über dem Schmerzbereich Elektroden angebracht, durch die ein schwacher Strom fließt. Der elektrische Reiz tritt so in Wettstreit mit den Schmerzsignalen.

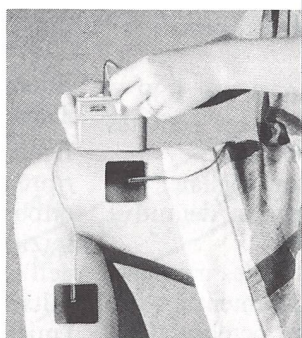
Das Gerät kann verwendet werden bei: Rückenschmerzen, Postoperativem Schmerz, Gelenkschmerzen, Phantomschmerzen, Ischias, Neuralgie, Migräne und Spannungskopfschmerzen, Verstauchungen, Muskelzerrungen und in der Sportmedizin. Auch bei rheumatischer Arthritis empfehlenswert.

Behandlungsdauer: 20 bis 30 Minuten.

Es besteht keine Suchtgefahr. Das Gerät verursacht keinerlei Nebenwirkungen. Die Behandlung ist symptomatisch, das heißt, sie unterdrückt die Schmerzempfindung. Jedes Gerät wird in einer handlichen Tasche, die alle notwendigen Zubehörteile enthält, geliefert.

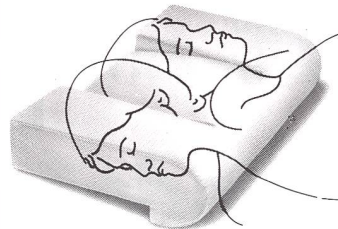


**parsenn-produkte ag**  
ch-7240 küblis



die orthopädische  
Kopf- und Nackenstütze  
bei zervikalen Beschwerden

**Schmerzreduktion** bei 90% der Patienten; bewiesene



**Tonussenkung** der Nackenmuskulatur; Besserung der **Schlafqualität**; erhebliche **Einsparung von Medikamenten**; auch bei chronischen therapieresistenten **Kopfschmerzen**

Vertrieb: **BERRO AG, BASEL**

Senden Sie mir bitte

- ☐ die neueste Literatur
- ☐ Patientenmerkblätter zum Auflegen
- ☐ Prospekte zum Auflegen

Senden Sie bitte den Coupon an:

**Aichele Medico AG, 4012 Basel**  
Kannenfeldstrasse 56, Tel. 061 - 44 44 54

## EINE HEISSE SACHE



ZU EISKALTEN ARGUMENTEN:

**micro-cub®**

**ICE** Das lockere streufähige und weiche **micro-cub ICE**

eignet sich besonders bei der physikalischen Therapie und findet Einsatz bei

- ☐ Rheumatologie
- ☐ Chirurgie
- ☐ Neurologie
- ☐ inneren Medizin.

Wollen Sie mehr wissen über Anwendung und Erfolg der Kälte-Therapie mit **micro-cub ICE**?

Verlangen Sie ausführliche Informationen.

**JA**, senden Sie mir weitere Unterlagen.  
Meine Anschrift:

Name \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_  
Tel. Nr. \_\_\_\_\_ Ph \_\_\_\_\_

**GANZ COOL ÜBERLEGEN!**

**KIBERNETIK AG**  
Bahnhofstr. 29, 9470 Buchs  
Telefon 085 - 6 21 31