

Aus dem Zentrum für Anästhesiologie und der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie des
Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf • Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. J. Schulte am Esch

**Studie zur Optimierung der Lungenfunktion bei Patienten mit
Adipositas permagna vor und während Capnoperitoneum**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Medizin

(Dr. med.)

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg
vorgelegt von

Oliver C. Thamm

aus Hamburg

Hamburg 2004

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: **25.11.2005**

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: **Prof. Dr. Th. Standl**

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/in: **PD Dr. T. Strate**

Prüfungsausschuss, 3. Gutachter/in: **PD Dr. P. Bischoff**

meinen Eltern

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. EINLEITUNG | 8 |
| 1.1 Die gesunde Lunge während Allgemeinanästhesie | |
| 1.1.1 Ventilation und Perfusion der Lunge | 10 |
| 1.1.2 Pulmonaler Gasaustausch | 11 |
| 1.1.3 Lungenmechanik | 13 |
| 1.2 Adipositas permagna | |
| 1.2.1 Definition | 15 |
| 1.2.2 Gesundheitspolitisches Problem | 16 |
| 1.2.3 Pathophysiologische Veränderungen in Narkose | 17 |
| 1.2.4 Gastric Banding | 18 |
| 1.2.5 Einfluß der Laparoskopie auf Lungenfunktion und Hämodynamik | 19 |
| 1.3 Ansätze zur Verbesserung der Lungenfunktion in Narkose | 20 |
| 1.4 Problemstellung und Ziel der Arbeit | 22 |
| 2. MATERIAL UND METHODIK | |
| 2.1 Patienten | 23 |
| 2.2 Anästhesie | 24 |
| 2.3 Monitoring | 24 |
| 2.4 Versuchsaufbau / Studienprotokoll | 26 |
| 2.5 Statistische Auswertung | 30 |
| 3. ERGEBNISSE | |
| 3.1 Präoperative Lungenfunktionswerte des Patientenkollektivs | 31 |
| 3.2 Gemessene Atemwegsdrücke und intraabdomineller Druck | |
| 3.2.1 Intrapulmonale Drücke (PEEP / P _{plat} / PIP) | 32 |
| 3.2.2 Intraabdomineller Druck (IAP) | 33 |
| 3.3 Die besonders berücksichtigten Variablen (Effekt-Variablen) | |
| 3.3.1 Arterieller Sauerstoff-Partialdruck (PaO ₂) | 34 |
| 3.3.2 Vergleich der Oxygenierung vor und nach ARS | 35 |
| 3.3.3 Dynamische Compliance (C _{dyn}) | 36 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4. Die Kontrollvariablen | |
| 3.4.1 Atemfrequenz (AF), Tidalvolumen (V_t) und Atemminutenvolumen (MV) | 37 |
| 3.4.2 Inspiratorische Sauerstoff-Fraktion (F_iO_2) | 37 |
| 3.4.3 Inspiratorischer Atemwegswiderstand ($R_{aw i}$) | 38 |
| 3.4.4 Arterieller Kohlendioxid-Partialdruck ($PaCO_2$) und end-tidales CO_2 ($etCO_2$) | 39 |
| 3.4.5 Blut-pH-Wert | 40 |
| 3.4.6 Arterielle Sauerstoffsättigung (SpO_2) | 40 |
| 3.4.7 Expiratorische CO_2 -Elimination (VCO_2) | 41 |
| 3.4.8 Herzfrequenz (HF) | 42 |
| 3.4.9 Arterielle Drücke ($AP_{sys} / AP_{diast} / MAP$) | 43 |
| 3.4.10 Herzzeitvolumen (HZV) | 45 |
| 3.4.11 Pulmonal-arterielle Drücke ($PAP_{sys} / PAP_{diast} / MPAP$) | 46 |
| 3.4.12 Zentraler Venendruck (ZVD) | 47 |
| 3.4.13 Pulmonal-arterieller Okklusionsdruck (PAOD) | 48 |
| 3.4.14 Pulmonaler vaskulärer Widerstand (PVR) | 48 |
| 3.4.15 Ergebnisse der transösophagealen Echokardiographie (TEE) | 50 |
| 3.5 Präoperatives Reopening-Manöver in der Einleitung | |
| 3.5.1 PaO_2 und dynamische Compliance (C_{dyn}) | 52 |
| 3.5.2 Die wichtigsten Kontrollvariablen | 53 |
| 3.6 Röntgenkontrolle im Aufwachraum | 53 |
| 4. DISKUSSION | |
| 4.1 Diskussion der Effektvariablen PaO_2 und Compliance | |
| 4.1.1 Präoperativer Studienteil ohne Capnoperitoneum | 54 |
| 4.1.2 Intraoperativer Studienteil mit Capnoperitoneum | 57 |
| 4.2 Diskussion des CO_2-Austausches | 59 |
| 4.3 Diskussion der Hämodynamik | 60 |
| 4.4 Herzzeitvolumenbestimmung mittels TEE | 62 |
| 4.5 Ausblick | 63 |
| 5. ZUSAMMENFASSUNG | 64 |
| 6. LITERATURVERZEICHNIS | 65 |
| 7. DANKSAGUNG | 73 |

| | | | |
|------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|----|
| 8. | LEBENS LAUF | 74 | |
| 9. | ANHANG | | |
| | 9.1 | Formular zur Einverständniserklärung des Patienten | 75 |
| | 9.2 | Studienprotokolle der einzelnen Patienten | 78 |
| | 9.3 | Abkürzungsverzeichnis | 88 |
| 10. | ERKLÄRUNG | 90 | |

1 EINLEITUNG

Die Hypoxämie stellte noch vor Jahrzehnten eine häufig auftretende Komplikation während Allgemeinanästhesie (Bendixen et al. 1963, Sykes et al. 1965) dar, die in ihrer milden Verlaufsform vor der routinemäßigen Etablierung der Pulsoxymetrie oftmals unerkannt blieb. Verschiedene Ursachen können diesem Mangelzustand zu Grunde liegen. Hauptursache für einen erniedrigten arteriellen Sauerstoff-Partialdruck (PaO_2) in Narkose ist ein Missverhältnis zwischen Ventilation und Perfusion der Lunge. Für diese Störung des Gasaustausches wurden Atelektasen verantwortlich gemacht, die altersunabhängig schon während der ersten Minuten nach Narkoseeinleitung entstehen. (Hedenstierna et al. 1986, Gunnarsson et al. 1991). Computertomographische Aufnahmen des Thorax haben gezeigt, dass sich Atelektasen unabhängig von der Lagerung des Patienten in den dorso-basalen Anteilen der Lunge manifestieren (Brismar et al. 1985). Diese atelektatischen Bereiche werden zwar durchblutet, aufgrund ihres Kollapses aber nicht oder nur wenig ventiliert und nehmen somit nicht am Gasaustausch teil. Das Resultat ist ein erhöhter intrapulmonaler Shunt (Hedenstierna et al. 1986).

Beeinträchtigung der Lungenmechanik durch Hemmung des Atemantriebs oder vollkommene Relaxierung der Atemmuskulatur während Anästhesie führen zusätzlich zu einer Verschlechterung der Lungenfunktion. Bendixen et al. konnten schon 1963 zeigen, dass maschinelle Beatmung zu einer Abnahme der pulmonalen Compliance führt. Bedingt durch die Anästhesie kommt es zu einer Dysfunktion des Zwerchfells, dessen Funktion durch Relaxantien vollkommen aufgehoben werden kann. Dabei wird das Diaphragma vor allem in Rückenlage durch den Druck der Bauchorgane kranialwärts verlagert und führt so zu einer Verkleinerung des Lungenvolumens (Hedenstierna et al. 1985). Erhöhung des intraabdominellen Druckes (IAP), zum Beispiel durch das Capnoperitoneum bei laparoskopischen Eingriffen, aggraviert diesen Effekt. Der intrathorakale Druck steigt und führt zu einer weiteren Verschlechterung der Compliance des respiratorischen Systems (Rist u. Köckerling 1998).

Ein weiteres Risiko bei künstlich beatmeten Patienten in Narkose ist der beatmungsinduzierte Lungenschaden (*ventilator-induced lung injury, VILI*). Dieses Krankheitsbild ist Folge einer über einen längeren Zeitraum andauernden unausgewogenen Beatmungstherapie (Dreyfuss et al. 1999). Bei Beatmung mit zu niedrigen Atemwegsdrücken und damit verbundenem Alveolarkollaps kommt es in Übergangszonen von atelektatischem nicht-ventiliertem zu offenem belüftetem Alveolargewebe zu Schädigungen am Interstitium sowie am Epithel (Muscedere et al. 1994). Durch wiederholtes Öffnen und Schließen von kollabierten Alveolen entstehen Scherkräfte, die lokale Entzündungsreaktionen auslösen und letztendlich zum Trauma und Ödem des Parenchyms

führen (Dreyfuss u. Saumon 1993). In diesem inhomogenen Lungengewebe hat sich das Ventilations-Perfusions-Verhältnis verschoben.

Der Hypoxie wurde bisher mit einer Erhöhung des Sauerstoffanteils in der Atemluft begegnet. Mittlerweile weiß man, dass hohe inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen während Narkose die Neigung zur Atelektasenbildung verstärken und so zu einer Erhöhung des intrapulmonalen Shunts führen (Rothen et al. 1995, Lindahl 2002). Nunn und Kollegen zeigten bereits 1965 an einem Selbstversuch die Entstehung von Resorptionsatelektasen unter Spontanatmung. Bei reduziertem Lungenvolumen nahe dem Residualvolumen atmeten sie dabei reinen Sauerstoff über wenige Minuten. Es entwickelten sich Atelektasen, die mehr als vier Stunden später noch radiologisch nachgewiesen werden konnten. Diese Atelektasen entstanden durch Resorption des Sauerstoffs und damit verbundenem Alveolarkollaps (Nunn 2003). Über wesentlich längere Zeit verabreichte hohe Sauerstoffkonzentrationen in der Atemluft führen durch direkte toxische Wirkungen an den Alveolarzellen zu einer weiteren Verschlechterung der Lungenfunktion (Shapiro et al. 1980, de los Santos et al. 1985).

In verschiedenen Studien hat man versucht, eine geeignete Beatmungstherapie zu etablieren, um die intraoperative Lungenfunktion zu verbessern. So hatte die Gruppe um Bendixen 1963 zeigen können, dass Perioden von Hyperinflation der Lunge mit hohem Tidalvolumen zumindest zu einer vorübergehenden Verbesserung von PaO₂ und Compliance führen. Die Beatmung mit positiven endexpiratorischen Drücken (PEEP) konnte zwar das Ausmaß von Atelektasen verringern, änderte aber nicht den erhöhten intrapulmonalen Shunt (Tokics et al. 1987a). 1992 formulierte Lachmann ein Konzept, das als Ziel nicht nur das Eröffnen, sondern auch das Offenhalten zuvor kollabierter Lungenareale hat. Er charakterisierte die „offene Lunge“ durch einen optimalen Gasaustausch. Dieser Zustand ist erreicht, wenn bei Ventilation mit 100% Sauerstoff der PaO₂ über 450 mmHg liegt. Das *Open Lung Concept* setzt dies folgendermaßen um: Nach dem Eröffnen der Lunge mit ausreichend hohen inspiratorischen Drücken soll auf einem möglichst niedrigen PEEP-Niveau das erneute Kollabieren von Alveolen verhindert werden (Böhm et al. 1997, 1998). In einer klinischen Studie an narkotisierten lungengesunden Patienten erreichten Tusman et al. (1999) nach Rekrutierung atelektatischer Lungenbezirke ein dauerhaftes Offenhalten der Alveolen über mehr als zwei Stunden mit einem PEEP von 5 cmH₂O.

Übergewichtige Patienten zeigen eine besonders starke Einschränkung der Lungenfunktion in Narkose (Hedenstierna u. Santesson 1976). Die Abnahme der funktionellen Residualkapazität (FRC) nach Narkoseeinleitung korreliert signifikant mit der Höhe des *body-mass-index (BMI)* (Daima et al. 1988). Eine Verbesserung der Lungenfunktion während Anästhesie wäre bei dieser Patientengruppe von besonderer Bedeutung.

1.1 Die gesunde Lunge während Allgemeinanästhesie

Das physiologische Gleichgewicht der Lungenfunktion ist durch den Wegfall der Spontanatmung in Narkose verändert. Eine Einschränkung der Lungenfunktion manifestiert sich in Veränderungen des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses, des Gasaustausches und der Lungenmechanik.

1.1.1 Ventilation und Perfusion der Lunge

Die Ventilation der Lunge ist zentro-peripher gegliedert; bronchusnah gelegene Areale werden besser belüftet als Areale, die sich in der Lungenperipherie befinden. Bei der Durchblutung der Lunge ging man zunächst davon aus, dass die Schwerkraft bzw. der hydrostatische Gradient die entscheidende Einflussgröße ist (West et al. 1964): In stehender Position würden basale Lungenanteile stärker durchblutet, in Rückenlage zeige sich eine vermehrte Perfusion dorso-basal gelegener Anteile.

Glenny et al. (1991) widerlegten diese Vorstellung und wiesen nach, dass die Schwerkraft keine wichtige Rolle bei der Lungendurchblutung spielt. Sie fanden in anästhesierten Hunden ein Perfusionsmuster der Lunge, das dem der Ventilation ähnelte. Die Lunge war generell von einem zentro-peripheren Durchblutungsabfall gekennzeichnet. Alle Hunde zeigten außerdem, in Rücken- ebenso wie in Bauchlage, eine isolierte Region hoher Perfusionsanteile im dorso-basalen Bereich der Lunge. Auch beim Menschen gelang es der Arbeitsgruppe um Glenny eine „autonome Region“ hoher Perfusion zu identifizieren, die sich lagerungsunabhängig in dorso-basalen, zwerchfellnahen Lungenanteilen befand.

Bei Spontanatmung wird die Durchblutung der Lunge reflektorisch dem jeweiligen Bedarf angepasst. Der nach ihren Beschreibern benannte Euler-Lilijestrand-Mechanismus (*HPV = hypoxic pulmonary vasoconstriction*) sorgt dafür, dass minderbelüftete Lungenareale weniger durchblutet werden, während die Perfusion besser ventilierter Bereiche erhöht wird (Thews 2000). Halogenierte Inhalationsanästhetika vermindern die reflektorische hypoxische Vasokonstriktion in minderbelüfteten Gewebsabschnitten (Mathers et al. 1977). Der Gasaustausch bleibt jedoch im Wesentlichen unbeeinträchtigt (Benumhof u. Wahrenbrock 1975). Marschall et al. (1984) fanden in einer Studie an Ratten eine Korrelation zwischen Ausmaß der Reflexhemmung und Narkosetiefe. Während totaler intravenöser Anästhesie (TIVA) kommt es zu keiner Beeinträchtigung der hypoxischen pulmonalen Vasokonstriktion (Bjertnaes 1977).

1.1.2 Pulmonaler Gasaustausch

Das Verhältnis von Ventilation zu Perfusion (V/Q) ist entscheidend für den pulmonalen Gasaustausch. Die Oxygenierung des pulmonalarteriellen Blutes ist je nach V/Q -Verhältnis des betreffenden Lungenbereiches unterschiedlich. Der Oxygenierungseffekt der gesamten Lunge kann nicht als genereller Durchschnittswert für das Lungengewebe angesehen werden. Ein Areal mit hohem V/Q -Index vermag aufgrund des sigmoidalen Verlaufs der O_2 -Dissoziationskurve des Hämoglobins nicht den niedrigen PaO_2 eines Lungenbezirks mit kleinem V/Q -Index zu kompensieren. Ein idealer Ventilations-Perfusions-Index liegt zwischen 0,8 und 1 (Nunn 1993).

Als intrapulmonalen Shunt bezeichnet man den Anteil des Pulmonalvenenblutes, der nicht am Gasaustausch teilgenommen hat; er wird als Verhältnis zum Herzminutenvolumen angegeben (Q_s/Q_t). Der physiologische Shunt im gesunden spontanatmenden Patienten beträgt bis zu 5%. Er beruht im Wesentlichen auf der Beimengung venösen Blutes aus den Bronchialvenen in das arterialisierte Pulmonalvenenblut. Wenn von einem intrapulmonalen Rechts-Links-Shunt gesprochen wird, ist meistens ein pathologisch erhöhter Shunt gemeint, der immer höher ist als der physiologische. Einer Erhöhung des intrapulmonalen Shunts liegt ein Missverhältnis zwischen Ventilation und Perfusion zu Grunde (Nunn 1993).

Die Ursachen für ein V/Q -Missverhältnis mit erhöhtem Shuntanteil am Herzminutenvolumen können vielfältig sein. So wird bei Atemwegsobstruktionen Lungengewebe perfundiert aber nicht oder nur wenig ventiliert. Infolge einer akuten Pneumonie können Alveolen vollständig mit Exsudat gefüllt sein und somit nicht am Gasaustausch teilnehmen (Burchardi 1982, Thews 1982).

Der wichtigste Grund eines erhöhten intrapulmonalen Shunts in Narkose ist die Entstehung von Atelektasen. Sie entstehen unabhängig davon, ob der Patient spontan atmet oder künstlich beatmet wird. (Strandberg et al. 1986, Tokics et al. 1987a). Die Verabreichungsart der Narkosemedikamente (inhalativ, intravenös) nimmt ebenfalls keinen Einfluss auf die Entstehung des Alveolarkollapses (Strandberg et al. 1986), mit Ausnahme der intravenösen Ketamin-Anästhesie beim spontanatmenden Patienten. Von den acht untersuchten Patienten entwickelte nach Ketamingabe nur einer Atelektasen (Tokics et al. 1987b).

In einer Studie an 20 Patienten im Alter von 23 bis 76 Jahren zeigten computertomographische Aufnahmen des Thorax unter Allgemeinanästhesie zwerchfellnahe Bereiche erhöhter Strahlendichte, die als kollabiertes Lungengewebe identifiziert wurden (Brismar et al. 1985). Histologische Untersuchungen an lungengesunden anästhesierten Schafen lieferten schließlich den morphologischen Nachweis für Atelektasen (Hedenstierna et al. 1989). Die Größe des Shuntanteils

korreliert signifikant mit dem Ausmaß der Atelektasen (Tokics et al. 1987a, Hedenstierna et al. 1986) und ist vom Alter unabhängig. Die häufig beschriebene altersabhängige Verschlechterung des PaO₂ während Narkose ist auf eine vermehrte Perfusion hypoventilierter Lungenareale zurückzuführen. Sie spielt bei der anästhesiebedingten Hypoxie jedoch nur eine sekundäre Rolle (Gunnarsson et al. 1991). Tokics et al. (1987a) bestimmten bei lungengesunden Patienten direkt nach Narkoseeinleitung den Anteil kollabierten Lungengewebes an der gesamten Lunge mit 7%. Vor allem betroffen waren auch hier die dorsalen Lungenbereiche. Man ging davon aus, dass der Alveolarkollaps in diesen abhängigen Regionen hauptsächlich auf einer Komprimierung des Gewebes durch hydrostatische Kräfte beruht, und wählte daher den Begriff Kompressionsatelektasen (Brismar et al. 1985). Sie entstehen schon innerhalb von Sekunden nach der Narkoseeinleitung und bleiben ohne geeignete Therapie bis zu mehreren Stunden nach Beendigung der Anästhesie bestehen. Strandberg et al. (1986) wiesen bei neun von zehn Patienten eine Stunde nach Operationsende Atelektasen nach, fünf dieser zehn Patienten zeigten sogar 24 Stunden postoperativ noch Bereiche kollabierten Lungengewebes.

Bei jedem Atemzug nimmt ein Teil der eingeatmeten Luftmenge nicht am Gasaustausch teil, weil sie sich im anatomischen Totraum (*anatomical deadspace*) der Atemwege befindet. Das physiologische Totraumvolumen eines Lungengesunden beträgt etwa 150 ml. Werden Alveolen ventiliert aber nicht perfundiert, so spricht man vom alveolären Totraum (*alveolar deadspace*). Die häufigsten Ursachen eines erhöhten alveolären Totraumvolumens bei wachen Patienten sind Rauchen, Bronchitis, COPD und Asthma bronchiale (Fletcher 1990).

Der physiologische (anatomische und alveoläre) Totraum erhöht sich in Narkose (Campbell et al. 1958). Nunn u. Hill (1960) zeigten mit der *single-breath-washout* Technik, dass sich der anatomische Totraum unabhängig davon, ob spontan geatmet oder künstlich ventiliert wird, während Anästhesie nicht ändert und schlossen daraus, dass sich der alveoläre Totraum vergrößert hat. Erhöhtes Totraumvolumen in Narkose bedingt eine Beeinträchtigung der CO₂-Elimination (Severinghaus u. Stupfel 1957).

1.1.3 Lungenmechanik

Das respiratorische System setzt sich mechanisch betrachtet aus dem eher starren Thorax und der elastischen Lunge zusammen. Die wichtigsten Parameter zur Beschreibung der Lungenmechanik sind Compliance (Dehnbarkeit) und Resistance (Widerstand).

Verschiedene Autoren protokollierten eine Abnahme der thorakalen sowie der pulmonalen Compliance während Allgemeinanästhesie (Bendixen et al. 1963, Hedenstierna u. McCarthy 1980). Westbrook et al. (1973) beschrieben nach Narkoseeinleitung ohne Muskelrelaxierung eine Abnahme der statischen Lungen-Compliance um 30%, sowie eine signifikante Erhöhung der pulmonalen Retraktionskräfte. Nachträgliche Applikation von Muskelrelaxantien bedingte keine weiteren signifikanten Veränderungen.

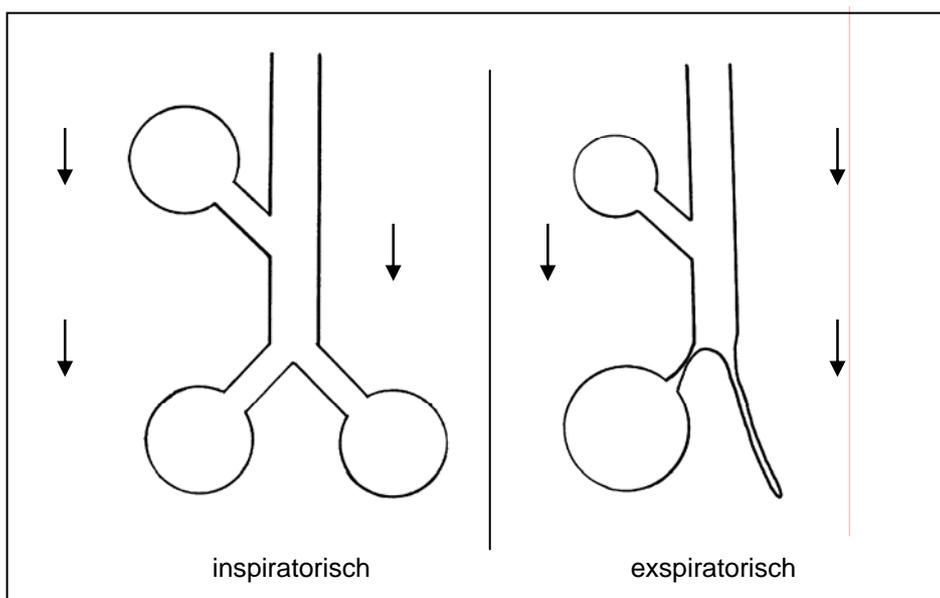
Das am Ende einer Expiration in der Lunge verbleibende Gasvolumen verhindert im gesunden spontanatmenden Menschen den Kollaps der mittleren und terminalen Luftwege. Die sogenannte funktionelle Residualkapazität (FRC) beträgt beim Erwachsenen etwa 50% der Vitalkapazität (VC) und ist die Summe aus expiratorischem Reservevolumen (ERV) und Residualvolumen (RV). Das Residualvolumen ist das Volumen, das nach maximaler Ausatmung noch in der Lunge verbleibt (Thews 2000). Es kann nicht aktiv mobilisiert werden.

Das Gleichgewicht der thorakalen Gas- und Blutvolumina ist während Anästhesie gestört. Hedenstierna et al. (1985) untersuchten an sechs lungengesunden Patienten die Veränderungen der Thoraxvolumina nach Narkoseeinleitung. Sie beobachteten eine Abnahme des gesamten Thoraxvolumens um 0,8 Liter und erklärten dies durch eine Verkleinerung der FRC um 0,5 Liter und einer Verlagerung von 0,3 Litern pulmonalen Blutes in das Abdomen. Eine Abnahme der FRC kann zur Unterschreitung der *closing capacity (CC)* führen; diese Volumengröße wird als Schwelle zum Kollaps der kleinen Atemwege angesehen, ist individuell verschieden und ändert sich in Narkose nicht (Gilmour et al. 1976, Hedenstierna et al. 1976).

Den Verschluss von Bronchiolen, die nicht mehr von einem Knorpelgerüst gestützt werden und einen Durchmesser von weniger als 1 mm besitzen, bezeichnet man als *airway closure* (Craig 1981). Airway closure kann auch unter Spontanatmung auftreten, wenn sich die FRC dem Residualvolumen annähert (Milic-Emili et al. 1966). Die Ausprägung des airway-closure-Phänomens nimmt mit steigendem Alter zu (Leblanc et al. 1970). Es besteht eine Korrelation zwischen airway closure und der Höhe der Perfusion von minderbelüfteten Lungenarealen (Rothen et al. 1998).

Hedenstierna und McCarthy (1980) postulierten eine größere Instabilität der kleinen Atemwege während Anästhesie. Durch die Abnahme der Compliance müssen zur Aufrechterhaltung eines Lungenvolumens über der closing capacity höhere endexpiratorische Atemwegsdrücke (PEEP) verwendet werden. Wird in Narkose mit zu niedrigem PEEP beatmet, so kommt es zum airway closure und zur „Abkopplung“ von Alveolen, die dann dem Gasaustausch nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr zur Verfügung stehen. Die abgekoppelte Alveole kann entweder kollabieren oder mit Blähluft, sogenannter *trapped air*, gefüllt sein (siehe Abb. 1.1). Das in der Alveole verbleibende Gas kann resorbiert werden und so zu ihrem Kollaps führen. Die Zusammensetzung der Alveolarluft ist entscheidend für die Geschwindigkeit der Gasresorption und die Entstehung von Resorptionsatelektasen. Während Luft oder ein N₂-Gasgemisch nur langsam resorbiert werden, wird Sauerstoff sehr schnell vom Pneumozyten resorbiert und an das Blut abgegeben (Schonfeld u. Ploysongsang 1983, Joyce u. Williams 1999).

Abbildung 1.1: Schematische Darstellung des airway-closure-Phänomens nach Burchardi



Pfeil: Schwerkraft

1.2 Adipositas permagna

Übergewicht ist ein zunehmendes Problem in westlichen Ländern. Adipositas permagna ist die schwerste Form der Fettleibigkeit. In Deutschland sind etwa 800.000 Patienten erkrankt (Husemann 2003). Ursache ist zunächst einmal eine anhaltende positive Energiebilanz. Multiple Faktoren gehen in die Energieaufnahme und die Energieabgabe ein, deren Steuerung sowohl verhaltensbezogenen (Essverhalten, Aktivitätsverhalten) als auch biologischen Faktoren (genetische Prädisposition, Ruhestoffwechsel) obliegt (Herpertz und Senf 2003). In der Regel beginnt das Übergewicht schon in der Jugend oder sogar im Kindesalter. Hier wird in der Familie, in der die Nahrungsaufnahme und das Ausmaß an körperlicher Aktivität vorgelebt wird, der Grundstein für die weitere Lebensführung gelegt.

1.2.1 Definition

Fettleibigkeit ist definiert als ein Übermaß an Körperfett. Das englische Wort *obesity* stammt vom lateinischen Terminus *obesus* ab und bedeutet „Fett durch Essen“ (Fisher et al. 1975). Es gibt unterschiedliche Methoden zum Beurteilen von Fettleibigkeit. Das Konzept des *ideal-body-weight* (IBW) stützt sich auf statistische Analysen von Lebensversicherungen, die das Gewicht verbunden mit der kleinsten Mortalitätsrate bei einer gegebenen Körpergröße beschreiben; zur gewöhnlichen klinischen Anwendung kann man das IBW mit der Formel $IBW \text{ (in kg)} = \text{Körpergröße (in cm)} \cdot x$ einschätzen. Dabei ist $x = 100$ für erwachsene Männer und 105 für erwachsene Frauen. Der *body-mass-index* ist jedoch ein besseres Maß für den Zusammenhang zwischen Körpergröße und Gewicht, und wird regelhaft bei klinischen und epidemiologischen Studien verwendet. Er lässt sich wie folgt berechnen:

$$BMI = \text{Körpergewicht (in kg)} / \text{Körpergröße}^2 \text{ (in m}^2\text{)}$$

Die American Heart Association teilt den BMI in Gewichtsklassen von 0 bis IV ein. In Europa ist es üblich, Fettleibigkeit (Adipositas) in den Graden von 0 bis 3 anzugeben, wobei Adipositas Grad 0 Normalgewicht bedeutet. Tabelle 1.1 zeigt die Klassifikation des BMI und das jeweils damit verbundene relative Morbiditätsrisiko. Für Adipositas Grad 3 wird synonym der Begriff Adipositas permagna verwendet.

| Grad | Klasse | BMI (kg/m ²) | relatives Risiko |
|------|--------|--------------------------|------------------|
| 0 | 0 | < 25 | sehr gering |
| 1 | I | 25 – 30 | gering |
| 2 | II | > 30 | moderat |
| - | III | > 35 | hoch |
| 3 | IV | > 40 | sehr hoch |

Tabelle 1.1: Einteilung des BMI nach G. A. Bray, 1992

Obwohl der BMI eine sehr robuste und praktikable Größe zur Einschätzung des Übergewichts ist, hat er seine Grenzen. So werden zum Beispiel sehr kräftige Individuen mit einer schweren Muskelmasse ebenfalls als übergewichtig bzw. fettleibig klassifiziert, müssen aber keineswegs gesundheitliche Risiken haben. Die Verteilung des Körperfettes oder das Alter spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Bewertung von Übergewicht.

1.2.2 Gesundheitspolitisches Problem

Die Behandlung der Folgeerkrankungen bei Patienten mit Adipositas, wie z.B. Diabetes mellitus, Hypertonus, Arteriosklerose, koronare Herzerkrankung, Myokardinfarkt und zerebraler Insult, verursachen hohe Kosten im Gesundheitswesen, die auch noch von zukünftigen Generationen getragen werden müssen. Eine rechtzeitige präventive Behandlung mit Adipositas-Schulungen und ambulanter Betreuung wird durch Ablehnung der Kostenübernahme durch die Krankenkassen verhindert. Erst bei der morbiden Form des Übergewichts, der Adipositas permagna (BMI > 40 kg/m²), kommt es zu einer Kostenübernahme für eine chirurgische Therapie (Badenhoop und Usadel 2003). Betroffene Personen zeigen neben den oben genannten Folgeerkrankungen eine erhöhte Inzidenz an Osteoarthritis und Bandscheibenprolaps, die ebenfalls therapiebedürftig werden können. Durch metabolische, kardiovaskuläre (s.o.) und respiratorische Erkrankungen (z.B. COPD) besteht bei dieser Patientengruppe ein erhöhtes Risiko während Allgemeinanästhesie (Bray 1985, Adams u. Murphy 2000).

Annähernd 5% der übergewichtigen Patienten erkranken im Laufe ihres Lebens am obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndrom (OSAS) (Murphy 2000). Es ist charakterisiert durch mehrere Episoden von Apnoe oder Hypopnoe während des nächtlichen Schlafs. Dabei kann es zum Atemstillstand über mehr als zehn Sekunden kommen. Hypopnoe ist definiert als Reduktion des Atemflusses um die Hälfte oder ein Absinken der arteriellen Sauerstoffsättigung (SpO₂) um 4% (Vgontzas et al. 1994). Tagsüber leiden diese Personen an starker Müdigkeit einhergehend mit Konzentrationsschwäche und Sekundenschlaf. Das Führen von Maschinen und die Teilnahme am Straßenverkehr ist mit einem erhöhten Unfallrisiko behaftet (Partinen und Guilleminault 1990).

Epidemiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Mortalitätsrate von Personen mit Adipositas permagna gegenüber Normalgewichtigen signifikant erhöht ist; Frauen haben ein doppelt so hohes, Männer ein dreimal so hohes Sterberisiko (Bender et al. 1998). Schon ab einem Body-Mass-Index (BMI) >25 kg/m² steigt die Mortalität (Calle et al. 1999).

1.2.3 Pathophysiologische Veränderungen in Narkose

Adipositas ist prädisponierend für verschiedene pathophysiologische Veränderungen in Narkose. Die Beeinträchtigung der Lungenmechanik und des Gasaustausches ist bei übergewichtigen Patienten stärker ausgeprägt als bei normalgewichtigen. Compliance und FRC sinken mit steigendem BMI exponentiell. Der Atemwegswiderstand und die Atemarbeit des gesamten respiratorischen Systems erhöhen sich signifikant während Anästhesie (Pelosi et al. 1998, Hedenstierna u. Santesson 1976). Nach einer vergleichenden Studie zwischen Normalgewichtigen und Patienten mit Adipositas permagna beschrieben Pelosi et al. (1996b) einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Beeinträchtigung des Gasaustausches und den Veränderungen der Lungenmechanik. Der $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$ -Index war im Vergleich zu Normalgewichtigen in Narkose deutlich niedriger ($0,33 \pm 0,07$ vs $0,73 \pm 0,15$; $p < 0,01$) und korrelierte positiv mit der Compliance ($r = 0,55$; $p < 0,01$), der FRC ($r = 0,75$; $p < 0,01$) und negativ mit der Resistance ($r = 0,66$; $p < 0,01$) des gesamten Atemapparates.

Vermehrte Atelektasenbildung begleitet von erhöhtem pulmonalem Shunt sind weitere Ursachen für eine Verschlechterung des Gasaustausches (Strandberg et al. 1987). Die alveolär-arterielle Differenz des Sauerstoffpartialdrucks P(A-a)O_2 ist signifikant erhöht, und es besteht eine relative Hypoxämie (Hedenstierna u. Santesson 1976).

Das totale Totraumvolumen ist während Narkose mit künstlicher Beatmung bei übergewichtigen Patienten moderat erhöht. Erklärt wird dies durch eine Vergrößerung des alveolären Totraums, da sich der anatomische Totraum in den untersuchten Patienten nicht wesentlich änderte (Hedenstierna u. Santesson 1976). Der arterielle CO_2 -Partialdruck ist signifikant erhöht, während der arterielle O_2 -Partialdruck in Narkose signifikant sinkt (Pelosi et al. 1999).

Die Herzleistung während Allgemeinanästhesie ist trotz eines erhöhten Herzzeitvolumens (HZV) bei fettleibigen Patienten vermindert. Schon bei jungen Patienten ohne Vorerkrankungen beschrieben De Devitis et al. (1981) einen Anstieg der intrakardialen Drücke sowie eine beeinträchtigte linksventrikuläre Funktion und Compliance. Außerdem registrierten sie ein erhöhtes Blutvolumen und hohe Pulmonalarteriendrucke.

1.2.4 Gastric Banding

1983 entwickelte Kuzmak das *silicone gastric banding (SGB)* als chirurgische Methode zur dauerhaften Gewichtsreduktion. Bei dieser Operation wird der Magen durch Anbringen eines Silikonbandes in einen „Vor- und Hauptmagen“ geteilt, zwischen denen nur ein enger Durchgang bestehen bleibt. Der Vormagen hat ein kleines Fassungsvermögen (15-25 ml) und führt bei Nahrungsaufnahme schnell zum Sättigungsgefühl. Die Weiterentwicklung des Silikonbandes im Jahre 1986 erlaubte eine nachträgliche Einstellung der Größe des Hauptmageneinganges. Das sogenannte *stomach adjustable silicone gastric banding (SASGB)* gewährleistet damit eine bessere Kontrolle der Nahrungs-Passage-Zeit. Die Größeneinstellung erfolgt perkutan durch einen Injektionsport (Kuzmak 1991).

Im Zeitalter der minimalinvasiven Chirurgie wird seit einigen Jahren auch das gastric banding laparoskopisch durchgeführt. Das *laparoscopic adjustable silicone gastric banding (LASGB)* ist eine Operationsmethode mit geringer Komplikationsrate und großem therapeutischem Erfolg. In einer umfangreichen Studie protokollierten Cadiere et al. (2002) den postoperativen Verlauf von 652 Patienten (mittlerer BMI = 45 kg/m²) nach LASGB. Ein Patient starb mehr als einen Monat nach dem Eingriff. Frühe postoperative Komplikationen waren zwei Magenperforationen. Späte Komplikationen wurden bei 7% der Patienten beobachtet: 25 Patienten zeigten eine Dilatation des Vormagens, zwei Patienten entwickelten Erosionen der Magenwand und 18 Patienten mussten aufgrund von Komplikationen am Injektionsport erneut operiert werden. Der durchschnittliche Gewichtsverlust nach zwei Jahren lag bei 62%.

Fried et al. verglichen 1998 in einer retrospektiven Studie das offene Gastric Banding mit der laparoskopischen Methode bei stark übergewichtigen Patienten. Sie beobachteten keine signifikanten Unterschiede der intraoperativen Komplikationen zwischen beiden Gruppen. Jedoch zeigten die Patienten, die sich einem laparoskopischen Eingriff unterzogen, sowohl in der frühen als auch in der späten postoperativen Phase signifikant weniger Wundheilungsstörungen sowie Narbenhernien.

1.2.5 Einfluss der Laparoskopie auf Lungenfunktion und Hämodynamik

Das Pneumoperitoneum bei laparoskopischen Eingriffen wird durch Insufflation eines Gases in den Intraoperitonealraum aufgebaut und aufrechterhalten. Heutzutage kommt in der Regel Kohlendioxid als Insufflationsgas zum Einsatz, man spricht dann vom Capnoperitoneum.

Die intraabdominelle Druckerhöhung durch das Capnoperitoneum steigert unabhängig von Konstitution und Gewicht des Patienten die Atemwegsdrücke. Luiz et al. (1992) berichteten von einem Anstieg des Atemwegspitzendruckes (PIP) um 47% bei Personen mit Normalgewicht. Dumont et al. (1997) untersuchten Patienten mit einem durchschnittlichen BMI von 45 kg/m² während laparoskopischer Abdominalchirurgie. Sie protokollierten eine Erhöhung des PIP von 17% und des Plateaudruckes (P_{plat}) von 32%.

Erhöhung des intrapulmonalen Druckniveaus führt zu einer signifikanten Abnahme der Lungencompliance bis zu 40% (Luiz et al. 1992). Fahy et al. (1995) protokollierten einen Anstieg der Resistance des gesamten respiratorischen Systems, wobei der Anstieg der Lungenkomponente in Anti-Trendelenburg-Position (10°) geringer war als in Trendelenburg-Position mit Kopftieflage von 15°.

Durch Resorption des Kohlendioxids aus dem Intraoperitonealraum steigt der CO₂-Partialdruck im Blut an (Rist u. Köckerling 1998, Dumont 1997). In einer Studie an zwei Patientengruppen beobachteten Wittgen et al. (1991) bei Patienten ohne kardiopulmonale Vorerkrankungen (ASA I) keine klinisch relevante Erhöhung des PaCO₂, während die Gruppe der kardiopulmonal vorbelasteten Personen (ASA II-III) einen signifikanten Anstieg des PaCO₂ um 44% zeigte.

1.3 Ansätze zur Verbesserung der Lungenfunktion in Narkose

Beatmung mit großem Tidalvolumen führte bei übergewichtigen Patienten durch Erhöhung der Beatmungsdrücke zwar zu einer Verbesserung der Compliance, geht aber mit einer schweren Hypokapnie einher. Der PaO₂ bleibt im Wesentlichen unbeeinflusst (Bardoczky et al. 1995).

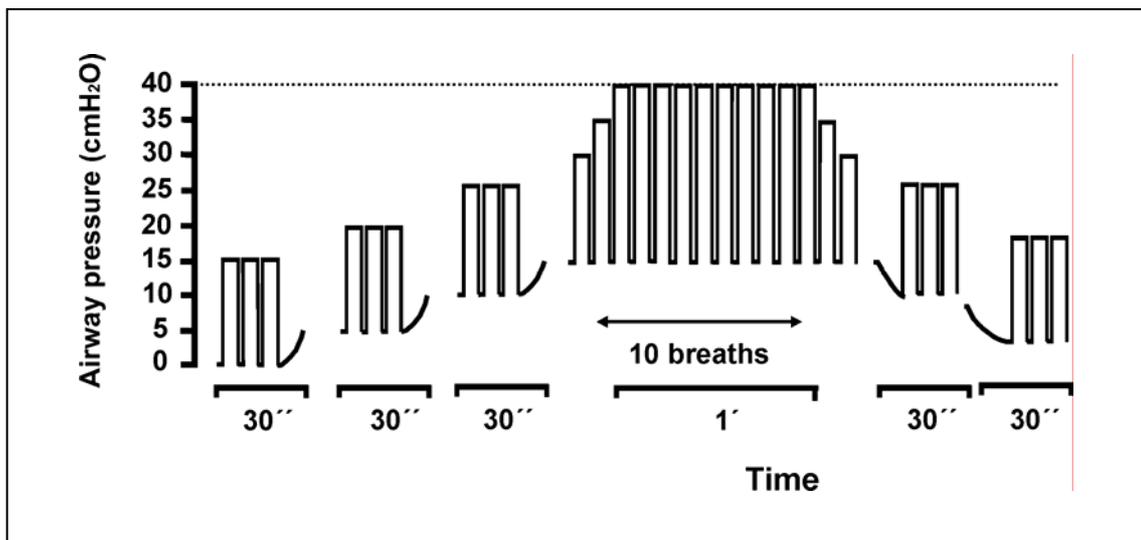
Während der Nutzen einer reinen PEEP-Beatmung bei normalgewichtigen Personen noch immer umstritten ist (Bein u. Reber 1999), belegten verschiedene Autoren einen positiven Effekt bei übergewichtigen Patienten. Salem et al. (1978) zeigten in einer Studie an adipösen Patienten, die sich einer intestinalen Bypass-Operation unterzogen, dass eine Applikation von 10-12 cmH₂O PEEP zu einer Verbesserung des PaO₂ führte. In einer vergleichenden Studie untersuchten Pelosi et al. (1999) schwer übergewichtige (BMI > 40 kg/m²) und normalgewichtige Patienten (BMI < 25 kg/m²). Beide Gruppen erhielten über einen Zeitraum von jeweils 30 Minuten randomisiert einen PEEP von 0 und 10 cmH₂O. Sie erreichten durch Hinzunahme von PEEP eine Verbesserung der Lungenfunktion bei den adipösen Patienten, die sich in einem Anstieg des PaO₂ und Erniedrigung der Resistance des respiratorischen Systems zeigte. Beide Veränderungen waren signifikant. Die Gruppe der Normalgewichtigen zeigte keine PEEP-induzierte Verbesserung der Lungenfunktion.

Die Differenz zwischen dem intraalveolären und intrathorakalen (oder intrapleuralem) Druck ist der transmurale Druckgradient (P_{tm}) (Nunn 1993). In Narkose sinkt der P_{tm} und gleichzeitig steigt die Tendenz zur Atelektasenbildung. Durch eine Erhöhung der Atemwegsdrücke und damit der intraalveolären Drücke steigt auch der transmurale Druckgradient. So wird eine weitere Atelektasenbildung erschwert oder vermieden. Bei ausreichend hohen Atemwegsdrücken könnten kollabierte Areale wiedereröffnet werden. Erzeugt man eine vollständige Dehnung des Lungenparenchyms (*distension*) bis zur totalen Lungkapazität (TLC), kann man von einer sicheren Rekrutierung aller atelektatischen Bezirke ausgehen. Bei einer Überdehnung (*overdistension*) verschlechtern sich die mechanischen Eigenschaften der Lunge und die Compliance sinkt. Wird die Lunge vollständig rekrutiert und mit einem ausreichenden PEEP offengehalten, spricht man von der sogenannten *open-lung-condition*.

Die Gruppe um Tusman (2002) untersuchte in Patienten mit starkem Übergewicht den Effekt der ARS (*alveolar recruitment strategy*) mit anschließender PEEP-Beatmung anhand des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes. Die ARS folgte dem in Abbildung 1.2 dargestellten Schema, mit dem Unterschied, dass in dieser Studie aufgrund der Fettleibigkeit einer Patientengruppe der PEEP in vier statt in drei Etappen und statt bis auf 15 cmH₂O auf 20 cmH₂O (PIP = 40 cmH₂O) erhöht wurde. An der Studie nahmen 20 adipöse Patienten mit einem BMI zwischen 30 und 40 kg/m² und zehn Normalgewichtige mit einem BMI zwischen 24-27 kg/m² teil. Die Normalgewichtigen

bildeten die Kontrollgruppe, die restlichen 20 Patienten wurden randomisiert in zwei weitere Gruppen eingeteilt. Eine dieser beiden Gruppen erhielt nach ARS einen PEEP von 5 cmH₂O, die andere 10 cmH₂O. Die Kontrollgruppe erhielt wie in der vorausgegangenen Studie (Tusman et al. 1999) einen PEEP von 5 cmH₂O, um die Lunge offenzuhalten. Nach Rekrutierung verbesserte sich der PaO₂ in allen Gruppen signifikant. Bei den übergewichtigen Patienten, die nach ARS einen PEEP von 5 cmH₂O erhielten, war der PaO₂ signifikant niedriger als in beiden anderen Gruppen. Tusman et al. zeigten mit dieser Studie, dass adipöse Patienten nach Rekrutierung höhere PEEP-Werte zum Offenhalten der Lunge benötigen als Normalgewichtige.

Abbildung 1.2: Schema zur alveolären Rekrutierungsstrategie (ARS) nach Tusman (1999)



In einer Studie in Hong Kong untersuchten Pang et al. (2003) gesunde normalgewichtige Patienten während laparoskopischer Cholezystektomie. Die Anwendung der ARS mit anschließender PEEP-Beatmung von 5 cm/H₂O führte zu einem signifikanten Anstieg des PaO₂. Kardiovaskuläre oder respiratorische Komplikationen traten nicht auf.

1.4 Problemstellung und Ziel der Arbeit

Die oben dargestellten Tatsachen machen deutlich, dass bei Patienten mit Adipositas permagna die dringende Notwendigkeit einer dauerhaften Gewichtsreduktion besteht. Wenn konservative Maßnahmen versagen, ist eine chirurgische Intervention die Therapie der Wahl. Das laparoskopische Gastric Banding (siehe 1.2.4) ist ein risikoarmer Eingriff mit hoher Erfolgsrate. Die Realisierung der Operation erfordert jedoch eine Allgemeinanästhesie der Patienten. Das erhöhte Risiko dieser Patientengruppe während Narkose mit Capnoperitoneum, eine Hypoxämie zu entwickeln, wurde detailliert geschildert.

Ziel der vorliegenden klinischen Studie war es, die Lungenfunktion bei Patienten mit Adipositas permagna, die sich einem laparoskopischen Eingriff unterzogen, zu verbessern. Durch ein Rekrutierungsmanöver während Narkose (PEEP und Tidalvolumen wurden stufenweise verändert) sollte der Alveolarkollaps vermieden und der therapeutische Effekt anhand von Blutgasanalysen verifiziert werden. Ein erneutes Kollabieren der Alveolen nach Rekrutierung sollte durch die Anwendung ausreichender PEEP-Niveaus verhindert und somit ein intrapulmonaler Shunt mit resultierender Hypoxie vermieden werden.

Zur Beurteilung der Lungenfunktion wurden insbesondere PaO_2 und C_{dyn} auf jeweils gleichem PEEP-Niveau vor und nach Rekrutierungsmanöver analysiert. Die alveoläre Rekrutierungsstrategie wurde sowohl präoperativ ohne als auch intraoperativ mit Capnoperitoneum hinsichtlich ihrer Effektivität anhand der Erhöhung des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes und der dynamischen Compliance überprüft.

Die Risiken und Nebenwirkungen der Beatmungstherapie wurden detailliert untersucht.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Patienten

Die vorliegende Untersuchung wurde an 20 Patienten durchgeführt, die sich nach Scheitern traditioneller Maßnahmen zur operativen Gewichtsreduktion durch ein laparoskopisches „Gastric Banding“ im Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf entschieden haben.

Es haben 17 Frauen und 3 Männer teilgenommen. Davon waren 40% Raucher und 60% Nichtraucher. Die Personen waren zwischen 28 und 49 Jahren alt. Das mittlere Alter betrug 39,3 Jahre. Der Body Mass Index (BMI) bewegte sich zwischen 36,8 und 71,2 kg/m²; der Mittelwert war 50,13 kg/m². Die Patientendaten sind in der Tabelle 2.1 aufgeführt.

Nach Zustimmung der Ethik-Kommission wurde im Dezember 2001 mit der Studie begonnen. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Alle Patienten hatten nach gründlicher Aufklärung durch den Anästhesisten schriftlich eingewilligt (Abdruck der Einverständniserklärung im Anhang).

| Nr. | Alter | Gewicht (kg) | Größe (cm) | BMI (kg/m ²) | Geschlecht | Raucher |
|-------------|-------|--------------|------------|--------------------------|------------|---------|
| 1 | 49 | 196 | 174 | 64,74 | w | - |
| 2 | 44 | 145 | 167 | 51,99 | m | - |
| 3 | 39 | 148 | 173 | 49,45 | w | + |
| 4 | 48 | 112 | 164 | 41,64 | w | + |
| 5 | 42 | 125 | 164 | 46,48 | w | + |
| 6 | 44 | 112 | 159 | 44,30 | w | - |
| 7 | 36 | 144 | 178 | 45,45 | m | - |
| 8 | 28 | 200 | 180 | 61,73 | m | + |
| 9 | 39 | 180 | 172 | 60,84 | w | + |
| 10 | 33 | 130 | 164 | 48,33 | w | - |
| 11 | 45 | 139 | 150 | 61,78 | w | - |
| 12 | 46 | 126 | 172 | 42,59 | w | - |
| 13 | 34 | 180 | 159 | 71,20 | w | - |
| 14 | 39 | 136 | 178 | 42,92 | w | + |
| 15 | 38 | 150 | 180 | 46,30 | w | + |
| 16 | 43 | 135 | 167 | 48,41 | w | - |
| 17 | 35 | 114 | 176 | 36,80 | w | - |
| 18 | 31 | 130 | 168 | 46,06 | w | - |
| 19 | 36 | 110 | 160 | 42,97 | w | + |
| 20 | 36 | 149 | 175 | 48,65 | w | - |
| Mean | 39,25 | 143,05 | 169 | 50,13 | 17 w | 8 R |
| SD | 5,76 | 26,99 | 8,19 | 9,08 | 3 m | 12 NR |

Tabelle 2.1: Patienten-Stammdaten

2.2 Anästhesie

Die Patienten wurden am Vorabend mit 30-60 mg Flurazepam (Dalmadorm[®], Roche, Grenzach-Wyhlen, Schweiz) oral prämediziert. Am Operationstag erhielten sie zusätzlich 7,5-15 mg Midazolam (Dormicum[®], Roche, Grenzach-Wyhlen, Schweiz) oral. Zunächst wurde unter Oberflächenanästhesie der Rachenschleimhaut eine Magensonde (VentrolTM, 18 Ch x 120 cm, Mallinckrodt, Athlone, Irland) zum Absaugen des Mageninhaltes gelegt. Vor Intubation wurden die Patienten über einen Zeitraum von drei Minuten präoxygeniert. Die Narkoseeinleitung erfolgte als Rapid Sequence Induction (RSI). Nach Präcurarisierung mit 2 mg Rocuronium (Esmeron[®], Organon, Oberschleißheim) und Injektion von 0,15-0,3 mg/kg Etomidat (Etomidat[®]-Lipuro, Braun, Melsungen) und 0,1-0,5 µg/kg Sufentanil, wurden die Patienten 1-2 Min. später mit 1 mg/kg Succinylcholin (Pantolax[®], Curamed, Karlsruhe) relaxiert und sofort endotracheal intubiert. Zur weiteren primären Vollrelaxierung (ED95) erhielten die Patienten 0,3 mg/kg Rocuronium (Esmeron[®], Organon, Oberschleißheim). Die Narkose wurde mit Beimengung von 1-2 Vol.% Sevofluran zur Atemluft aufrechterhalten. Als balancierte Anästhesie wurde die volatile Medikation je nach Bedarf mit intravenösen Bolusgaben von 0,1-0,5 µg/kg Sufentanil und 0,075-0,15 mg/kg Esmeron[®] ergänzt.

2.3 Monitoring

Das Narkoseüberwachungsgerät Tramscope 12[®] mit Tram-rac 4[®] (Marquette-Hellige GmbH, Freiburg, Deutschland) wurde zur Ableitung des EKG und der Herzfrequenz (HF) sowie zur pulsoxymetrischen O₂-Messung (SpO₂) verwendet. Außerdem lieferte es kontinuierlich folgende Blutdruckparameter: arteriell (APsys/APdiast/MAP), pulmonal-arteriell (PAPsys/PAPdiast/MPAP) und zentral-venös (ZVD). Durch Okklusion eines Astes der Pulmonalarterie mit einem am Pulmonalkatheter befindlichen Ballon wurde der pulmonal-arterielle Okklusionsdruck (PAOD) in üblicher Weise ermittelt. Mit dem Thermodilutionsverfahren errechnete dieses Gerät nach manueller Injektion von 10 ml gekühlter Kochsalzlösung das Herzzeitvolumen (HZV). Der pulmonal-vaskuläre Widerstand (PVR) wurde mit der Formel

$PVR = (MPAP - PAOD) \cdot 80 / HZV$ errechnet.

Während der Narkose wurde künstlich beatmet. Am Beatmungsgerät Cicero EM[®] (Dräger, Lübeck, Deutschland) wurden die Atemfrequenz (AF), das Tidalvolumen (V_t), der positive endexpiratorische Druck (PEEP_e), sowie die Sauerstoff-Fraktion im Atemgas (F_iO₂) eingestellt. Die resultierenden Parameter, das Minutenvolumen (MV), der gemessene PEEP, der Plateaudruck, (P_{plat}) und der inspiratorische Spitzendruck (PIP) wurden am Gerät abgelesen. Die dynamische Compliance (C_{dyn}) wurde mit der Formel **$C_{dyn} = V_t / (P_{plat} - PEEP)$** errechnet.

Zur Messung der Lungenmechanik wurde der Pneumotachograph COSMOplus® (Novamatrix Medical Systems, Inc., Wallingford, CT, USA) mit integrierter Hauptstrom-CO₂-Messung zwischen Endotrachealtubus und Beatmungsschläuchen angebracht. Mit diesem Gerät wurden online das CO₂, der Fluss und der Druck gemessen. Aus diesen Rohdaten berechnete die zugehörige Software Analysis Plus! (Novamatrix Medical Systems, Inc., Wallingford, CT, USA) unter anderem das end-tidale CO₂ (etCO₂), den expiratorischen CO₂-Fluss (VCO₂) und den inspiratorischen Atemwegswiderstand (R_{aw i}).

Mit dem Blutgasanalysegerät ABL System 615® (Radiometer, Kopenhagen, Dänemark) wurden der Sauerstoff- (PaO₂) sowie Kohlendioxidpartialdruck (PaCO₂) und der pH-Wert gemessen. Der arterielle Sauerstoff-Partialdruck aller Patienten wurde zum besseren Vergleich mit folgender Formel auf eine fiktive aber einheitliche F_iO₂ von 0,4 umgerechnet: $PaO_2 / F_iO_2 \cdot 0,4 = X$ (X ist der PaO₂ bei einer F_iO₂ von 0,4)

Das Echokardiographiegerät Sonos 5500® (Philips Medizin Systeme, Böblingen) wurde zur transoesophagealen Untersuchung des Herzens und der großen Gefäße sowie zur Erhebung und Aufzeichnung der echokardiographischen Studiendaten (siehe 2.4.) eingesetzt.

Der Insufflator Typ UHI-2® (Olympus Optical Company, Ltd., Japan) zum Anlegen und zur Aufrechterhaltung des Capnoperitoneums zeigte die abdominellen Drücke (IAP) kontinuierlich an.

Abbildung 2.1: Der Pneumotachograph COSMOplus® der Firma Novamatrix



2.4 Versuchsaufbau / Studienprotokoll

Nach Anlage des üblichen Monitorings (EKG, nicht-invasive Blutdruckmessung, Pulsoxymetrie) wurde ein peripher-venöser Zugang (Tri Cath In[®], 18G, 1,2 x 40 mm, Codan, Espergærde, Dänemark) gelegt, über den bis zur Anlage des Capnoperitoneums 1,5 l des Kolloids RheoHAES[®] 6% (B. Braun, Melsungen) zur intravasalen Volumensubstitution appliziert wurden. In Lokalanästhesie wurde eine arterielle Kanüle (Leader Cath[®], 20G, Vygon, Écouen, Frankreich) zur Abnahme von Blutproben für die Blutgasanalyse (BGA) und zur invasiven Blutdruckmessung in die A. radialis der nicht dominanten Hand gelegt. Nach erfolgreicher Punktion wurden Herzfrequenz, Blutdruckwerte und die Sauerstoffsättigung als Basiswerte erhoben. Mit einer heparinisierten 2-ml-Spritze (PICO[®], Radiometer, Copenhagen, Dänemark) wurde eine arterielle Blutprobe unter Spontanatmung von Raumluft gewonnen. Vorher wurden mit einer separaten Spritze 3-4 ml Blut über die Kanüle aspiriert und verworfen. Nach Blutentnahme wurde das Verlängerungsstück mit 0,9%iger NaCl-Lösung gespült. Die arterielle Blutprobe wurde unmittelbar nach Entnahme analysiert und die Messergebnisse von PaO₂, PaCO₂ und des pH-Wertes unter Messzeitpunkt 0 (Mp0 - Spontanatmung) notiert. Es folgte die Narkoseeinleitung wie unter 2.2 beschrieben.

In Narkose wurde ein zentral-venöser Katheter (Certofix[®] - Trio-Set 5730, B. Braun, Melsungen) in der Vena jugularis interna platziert. Hinterher wurde eine Schleuse zur Aufnahme eines Thermodilutionskatheters (Swan-Ganz[®], Baxter, Irvine, USA) ebenfalls über die Vena jugularis interna eingeführt. Der Katheter wurde über das rechte Atrium und den rechten Ventrikel in üblicher Weise mittels Ballon in die Arteria pulmonalis eingeschwenkt. Hierüber konnten später die Pulmonalarteriendrucke gemessen und zu jedem Messzeitpunkt das Herzzeitvolumen sowie der PAOD bestimmt werden (siehe 2.3). Zur Untersuchung der kardialen Ausgangssituation wurde ein standardisierter echokardiographischer Untersuchungsablauf durchgeführt. Dieser beinhaltete alle notwendigen Darstellungen bei transgastrischer, hoher und distaler Sondenposition zum Ausschluß wesentlicher primär pathologischer Veränderungen (Klappenvitien, eingeschränkte linksventrikuläre Funktion u.a.). Hinterher verblieb die Sonde für die restliche Dauer der Studie in ösophagealer Position.

Der Capnograph Capnostat[®] des Gerätes COSMOplus[®] wurde zwischen Endotrachealtubus und Y-Stück des Beatmungsgerätes angebracht und nach etwa zehn Minuten Äquilibrationszeit konnte mit der Studie unter Beatmungsbedingungen begonnen werden.

Das Tidalvolumen wurde am Beatmungsgerät auf 10-12 ml/kg bezogen auf das „lean-body-weight“ eingestellt (VCV). Es wurde eine Atemfrequenz von 10 oder 11 pro Minute angestrebt, um einen normalen PaCO₂ (35-45 mmHg) aufrechtzuerhalten. Das Verhältnis Ti:Te betrug 1:1. Der maximale Atemwegs-Spitzendruck wurde präoperativ in der Einleitung (Mp1-Mp10b) auf 50 cmH₂O und intraoperativ während des Capnoperitoneums (Mp11-Mp22c) auf 60 cmH₂O limitiert, wobei diese Drücke lediglich während des Rekrutierungsmanövers erreicht wurden (Methode nach Lachmann). Im ersten Teil der Studie lagen die Patienten horizontal in Rückenlage auf dem Operationstisch.

Die Messung unter Beatmung begann zum Messzeitpunkt 1 (Mp1). Hier wurden 0 cmH₂O PEEP (ZEEP) am Ventilator eingestellt. Nach einer Äquilibrationszeit von etwa zehn Atemzügen zu Beginn jedes Messzeitpunktes, wurde von einem steady state ausgegangen. Dann konnten sämtliche Werte der unter Kapitel 2.3 aufgeführten Variablen in das Versuchsprotokoll eingetragen werden. Am Ende jedes Messzeitpunktes wurde eine BGA-Probe (wie oben beschrieben) entnommen. Jedes Intervall dauerte etwa drei Minuten. Es wurde, wie aus dem unten abgebildeten Studienschema ersichtlich, das PEEP-Niveau jeweils zu Beginn des Messpunktes (Mp2-Mp4) um 5 cmH₂O erhöht. Bei einem PEEP von 20 cmH₂O wurde die alveoläre Rekrutierungsstrategie (ARS) durchgeführt (Mp5). Am Beatmungsgerät wurde hierzu für den Zeitraum von maximal drei Minuten ein Tidalvolumen von 1400 ml eingestellt, womit eine Rekrutierung der kollabierten Lungenareale erreicht werden sollte. Der Atemwegs-Spitzendruck konnte aufgrund der zuvor eingestellten Drucklimitierung 50 cmH₂O nicht überschreiten. Zum Messzeitpunkt 5 (Zeitpunkt der Rekrutierung) wurde auf die Gewinnung einer arteriellen Blutprobe verzichtet, da zu dem Zeitpunkt des Manövers kein „steady state“ bestand. Der PEEP wurde wieder stufenweise um 5 cmH₂O gesenkt (Mp6-Mp9), so dass später anhand der Daten der Punkt des erneuten Kollabierens der Alveolen ermittelt werden konnte. Hierzu suchte man den Messzeitpunkt nach Rekrutierung auf, zu dem die beste arterielle Oxygenierung des Patienten bei niedrigstmöglichen Beatmungsdrücken erreicht wurde. Der eingestellte PEEP-Wert dieses Messzeitpunktes war dann der *optimale PEEP*. Sofern es der Operationsablauf zuließ, sollte nach erneuter Rekrutierung (Mp10) das optimale PEEP-Niveau eingestellt werden, um ein Offenbleiben der Lunge für die verbleibende Zeit bis zum Beginn der Operation zu beobachten (Mp10a-Mp10b).

Im Operationssaal wurden die Patienten in eine für den Eingriff erforderliche Anti-Trendelenburg-Position von etwa 20° gebracht. Der zweite Teil der Studie begann in dem Moment, als die Chirurgen das Capnoperitoneum angelegt und der Insufflator einen Druck von mindestens 15 mbar im Abdomen aufgebaut hatte. Diesmal wurden zwei zusätzliche Messzeitpunkte mit jeweils 20 cmH₂O PEEP vor und nach Rekrutierung (Mp15 und Mp17) durchlaufen. Die Messreihe begann

wieder im 3-Minuten-Intervall mit stufenweiser Erhöhung des PEEP um 5 cmH₂O (Mp11-Mp15). Nach der Rekrutierungs-Intervention (Mp16) auf einem PEEP-Niveau von 20 cmH₂O mit maximalem Tidalvolumen des Ventilators (etwa 1400 ml), wurde der PEEP wieder schrittweise gesenkt. Aufgrund der Limitierung des Spitzendrucks (PIP) während der Rekrutierung auf 60 cmH₂O waren die tatsächlich applizierten Tidalvolumina zum Teil erheblich niedriger als die am Ventilator eingestellt. Bei Erreichen des ZEEP-Niveaus wurde (wie im ersten Teil) durch Auswertung der Blutgasanalysen zu jedem Messzeitpunkt, der unter Capnoperitoneum optimale PEEP zum Offenhalten der Lunge ermittelt, nach wiederholter Rekrutierung (Mp22) am Beatmungsgerät eingestellt und für den Rest der Operation beibehalten (Mp22a-Mp22c). Hierbei sollte es dann etwa im 20-Minuten-Intervall zu erneuten Messungen kommen. Da die zunehmende Erfahrung der Chirurgen mit dieser Operationsmethode zu einer erheblichen Verkürzung der Operationsdauer führte, konnten diese Messungen bei neun Patienten nicht durchgeführt werden. Die Daten der Messzeitpunkte 22 und 22a wurden also nur bei elf Patienten erfolgreich erhoben und in der statistischen Auswertung mit beurteilt. Nach Ablassen des Capnoperitoneums wurde eine letzte Datenevaluation bei ZEEP-Niveau (Mp23) angestrebt. Hinterher wurde der Patient in halb sitzender Position im Bett extubiert und in den Aufwachraum verbracht. Hier wurde der Pulmonalkatheter entfernt und eine Röntgen-Thorax-Aufnahme zur Lagekontrolle des ZVK und zum Ausschluss eines möglichen punktions- oder rekrutierungsbedingten Pneumothorax angefertigt.

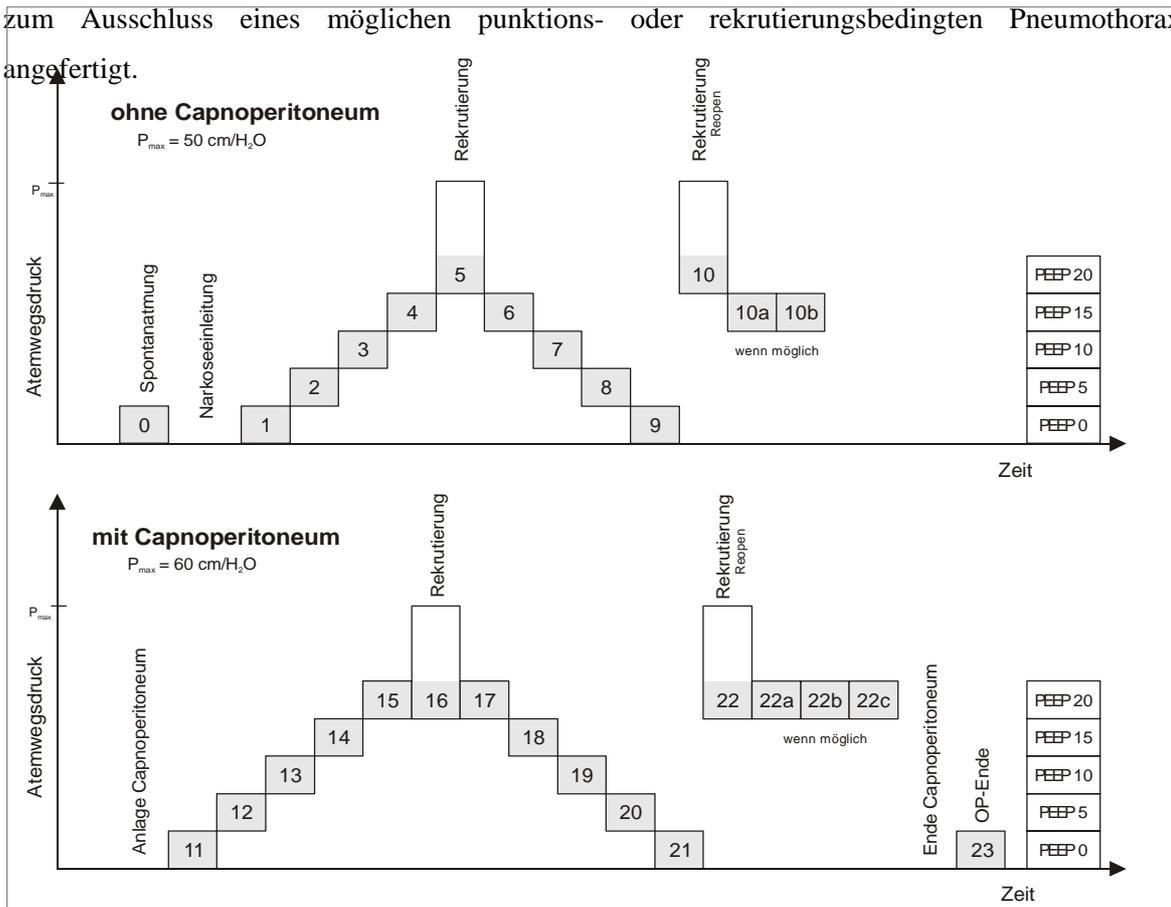


Abbildung 2.2: Protokollschema der Studie

Zu jedem Messzeitpunkt, auch während Rekrutierung, wurde der linke Ventrikel (LV) in seiner gesamten Ausdehnung bis zum Apex bei distaler ösophagealer Sondenposition in 0°-Stellung bei diskreter Retroflektion dargestellt. Die gewonnenen echokardiographischen Daten wurden auf VHS-Videoband aufgezeichnet und posthoc ausgewertet. Bestimmt wurden durch Planimetrie des linksventrikulären Endokards mit der Leading-Edge-Methode die linksventrikulären end-diastolischen und end-systolischen Volumina (LVEDV, LVESV), die end-diastolische und end-systolische Fläche (LVEDA, LVESA), sowie daraus die Berechnung der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF). Für die Berechnung der Volumina ist das Gerät mit einer entsprechenden Software ausgerüstet. Sie erfolgt mittels Scheibchensummationsmethode nach Simpson (siehe Abbildung 2.3). Zur Berechnung der Flächenänderungs-Fraktion (fractional area change, FAC), der Ejektions-Fraktion (EF), des Schlagvolumens (SV) und des Herzzeitvolumens (HZV) wurden folgende Formeln verwendet:

$$\text{FAC} = (\text{LVEDA} - \text{LVESA}) / \text{LVEDA} \cdot 100$$

$$\text{LVEF} = (\text{LVEDV} - \text{LVESV}) / \text{LVEDV} \cdot 100$$

$$\text{SV} = \text{LVEDV} - \text{LVESV}$$

$$\text{HZV} = \text{SV} \cdot \text{HF}$$



Abbildung 2.3: Kalkulation des end-systolischen und end-diastolischen Volumens

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS (SPSS Inc., Illinois, USA) am Institut für Mathematik und Datenverarbeitung in der Medizin (Universitätsklinikum Eppendorf, Hamburg) durchgeführt.

Es wurde eine ausführliche deskriptive Statistik aller Variablen erstellt und im Anschluss die Validierung der Hypothese mit dem Wilcoxon-Test geprüft. Anhand der deskriptiven Statistik ließen sich detaillierte Beschreibungen der Verläufe der hämodynamischen, sowie der übrigen respiratorischen Parameter formulieren. Die Daten lieferten ein Bild über die Physiologie bzw. Pathophysiologie der Lunge, des Herzens und des kleinen Kreislaufs bei Patienten mit Adipositas permagna. Wirkungen bzw. Nebenwirkungen des Beatmungsmanövers wurden erfasst. Der Wilcoxon-Test ist ein nichtparametrischer Test für zwei verbundene Variablen. Dieser Test berücksichtigt Informationen über die Größe der Differenzen innerhalb von Paaren und gibt Paaren mit größeren Differenzen größeres Gewicht als Paaren mit kleineren Differenzen. Die Statistik beruht auf der Rangordnung der Absolutwerte der Differenzen zwischen den beiden Variablen. Zur Beurteilung dieser Differenzen wird die Fehlerwahrscheinlichkeit p angegeben, wobei $p < 0,05$ auf eine Signifikanz hinweist. Mit Hilfe dieses Tests konnten Aussagen über die Veränderung des PaO_2 und der Compliance nach Rekrutierung der Lunge getroffen werden.

Im Rahmen der TEE-Untersuchung wurden zu jedem Messzeitpunkt mindestens drei aufeinanderfolgende Herzzyklen aufgezeichnet, die keinen extrasystolischen Ursprung hatten. Jeweils der Mittelwert der Variablen dieser drei Zyklen wurde mit dem ANOVA-Test für wiederholte Messungen, gefolgt von einem t-Test für gepaarte Proben und einer Bonferroni-Korrektur für alpha analysiert. Statistische Signifikanz war gegeben bei $p < 0,05$.

3 ERGEBNISSE

In den Diagrammen werden die arithmetischen Mittelwerte der jeweils beschriebenen Variablen als durchgezogene Linien dargestellt. Die Standardabweichungen sind nur in eine Richtung aufgezeichnet. Zur besseren Orientierung und zur Verdeutlichung der Messzeitpunkte wurden die Graphen mit dem PEEP und dem Plateaudruck in Form von Säulendiagrammen unterlegt.

Die Operationsdauer schwankte zwischen 49 und 170 min (Mittelwert: 83 ± 34 min). Ein Patient musste wegen Leberlazeration während Anlage der Endoskopieinstrumente laparotomiert werden. Bei diesem Patienten konnten für den zweiten Teil der Studie keine Daten erhoben werden.

Der Operationsablauf ließ die Durchführung des Reopening-Manövers präoperativ in der Einleitung (Mp10 und 10a) nur bei 5 Patienten zu. Die zu diesen Messzeitpunkten erhobenen Daten werden gesondert am Ende dieses Kapitels besprochen.

3.1 Präoperative Lungenfunktionswerte des Patientenkollektivs

In der Studie unterzogen sich junge Patienten einem operativen Elektiveingriff. Zur Risikoeinschätzung und -minimierung wurden die Patienten im Rahmen der Voruntersuchungen einem Lungenfacharzt vorgestellt. Die Lungenfunktionsprüfung lieferte unter anderem die Einsekundenkapazität (FEV1). Eine kapilläre Blutgasanalyse gab Auskunft über den PaO₂ unter Raumluft. Die Patienten befanden sich im Mittel mit einer FEV1 von $3,1 \pm 0,65$ l (FEV1 % SOLL = 92,03%) im Normbereich. Die kleinste FEV1 lag bei 2,08 l und die größte bei 4 l. Der PaO₂ unter Raumluft betrug im Mittel $81,4 \pm 15,0$ mmHg. Die Daten lagen nicht von allen Patienten vor. Details sind der Tabelle 3.1 zu entnehmen.

| | FEV1 IST (l) | FEV1 % SOLL | PaO ₂ mmHg |
|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|
| Referenzbereich | > 2 | 80 - 120 | 65 - 100 |
| Gültig | 15 | 14 | 12 |
| Fehlend | 5 | 6 | 8 |
| Mittelwert | 3,1 | 92,03 | 81,44 |
| SD | 0,65 | 13,76 | 14,99 |
| Median | 2,8 | 94,15 | 76,75 |
| Minimum | 2,08 | 59 | 65,8 |
| Maximum | 4 | 114 | 112,2 |
| Perzentile: | | | |
| 25 | 2,74 | 86,9 | 72,35 |
| 50 | 2,8 | 94,15 | 76,75 |
| 75 | 3,7 | 99,1 | 83,875 |

3.2 Gemessene Atemwegsdrücke und intraabdominaler Druck

3.2.1 Intrapulmonale Drücke (PEEP / P_{plat} / PIP)

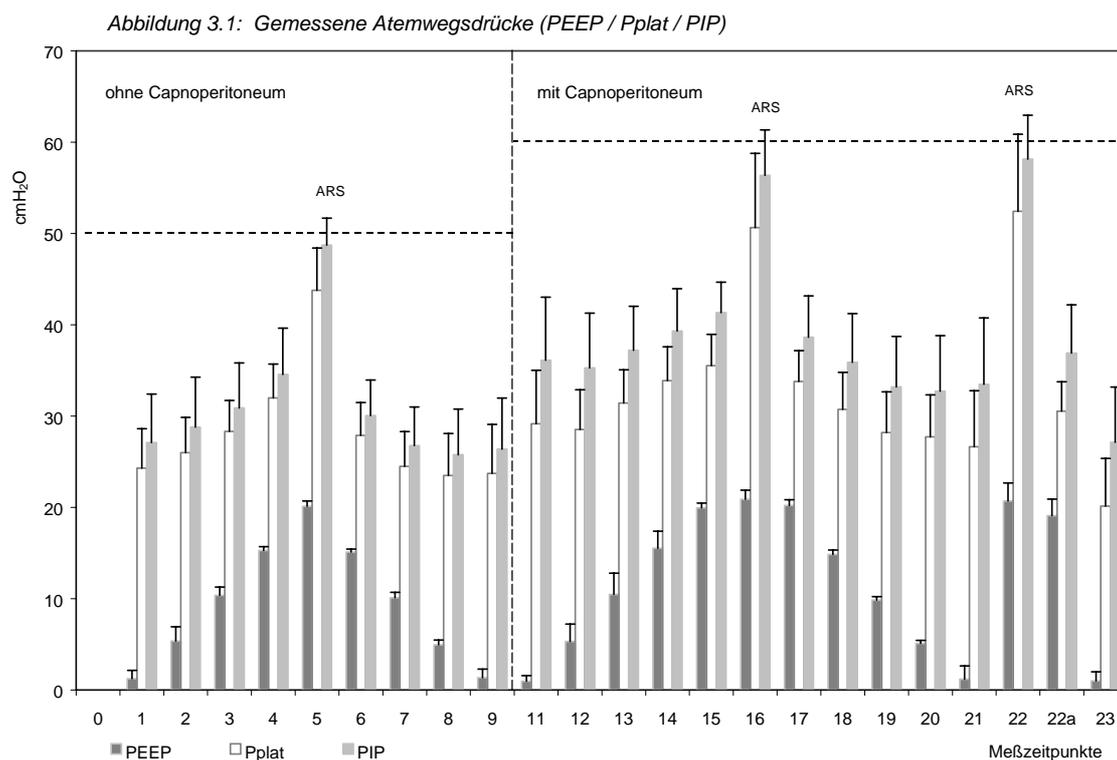
Die gemessenen PEEP-Werte entsprechen im Wesentlichen den vom Studienprotokoll (Abb. 2.2) vorgegebenen Drücken. Eine Abweichung von maximal 3 cmH₂O war nur bei zwei Patienten zu finden. Zu 7 von insgesamt 23 Messzeitpunkten wich der Mittelwert der gemessenen positiven end-expiratorischen Drücke um 1 cmH₂O von den eingestellten Werten ab. Zu allen anderen Messzeitpunkten entsprach der gemessene PEEP den am Ventilator eingestellten Drücken.

Die Plateaudrücke stiegen kontinuierlich mit dem PEEP an. Auf gleichen PEEP-Niveaus nach Rekrutierung war P_{plat} im Mittel 1-3 cmH₂O niedriger als vorher.

Der gemessene PIP erreichte während der Rekrutierungen maximal einen Wert von 54 cmH₂O in der Einleitung und 62 cmH₂O intraoperativ unter Capnoperitoneum. In den Perioden vor und nach Rekrutement bewegte er sich in der Einleitung im Mittel zwischen 26 und 35 cmH₂O, intraoperativ zwischen 33 und 41 cmH₂O.

Während Capnoperitoneum lag der Atemwegs-Spitzendruck auf vergleichbaren PEEP-Niveaus im Mittel um $23 \pm 5,9$ %, der Plateaudruck um $13 \pm 4,6$ % höher als in im ersten Studienteil.

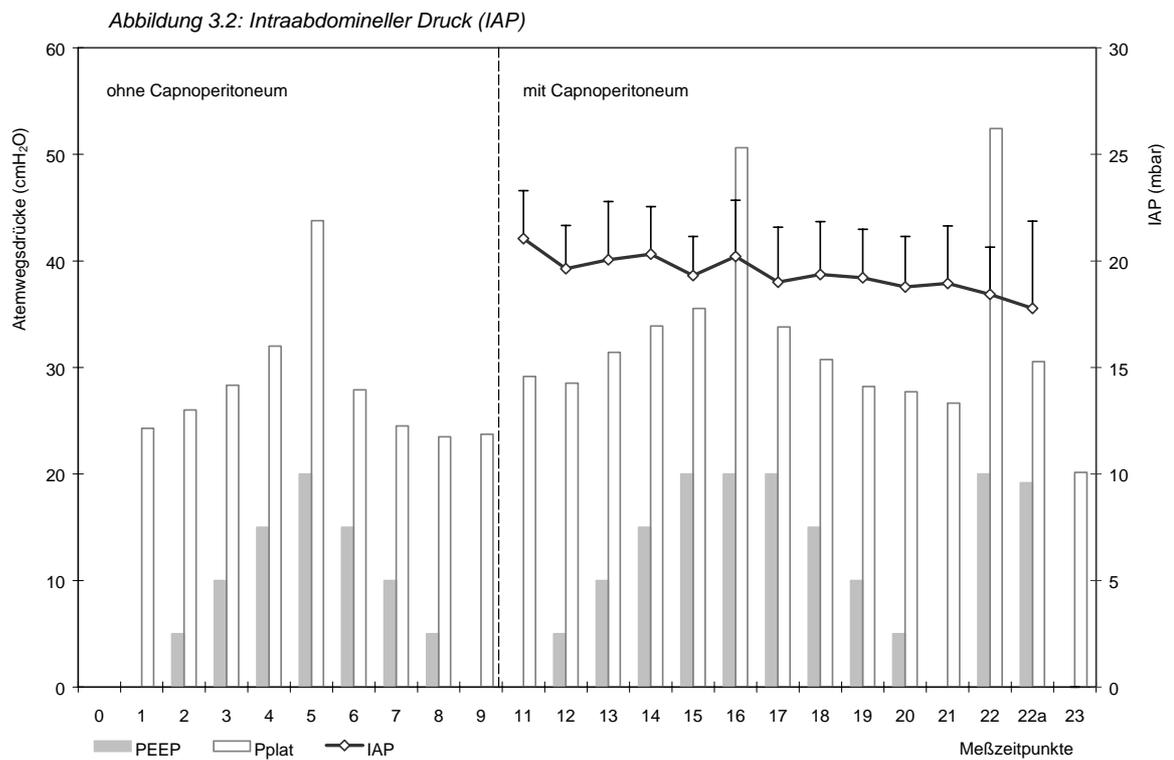
Wie aus Abbildung 3.1 ersichtlich, wurden die Drucklimits (gestrichelte Linien) von 50 bzw. 60 cmH₂O nur während der alveolären Rekrutierungsstrategie (ARS) erreicht.



3.2.2 Intraabdomineller Druck (IAP)

Im ersten Teil der Studie wurde der intraabdominelle Druck nicht gemessen.

Intraoperativ mit Capnoperitoneum erreichte der IAP ein Maximum von 27 mbar und ein Minimum von 11 mbar. Die Mittelwerte aller Patienten über die Zeit schwankten zwischen 16 ± 6 und 21 ± 2 mbar. Sie nahmen vom Zeitpunkt der Anlage des Capnoperitoneums bis zum Ende der Studie kontinuierlich ab (siehe Abb. 3.2).

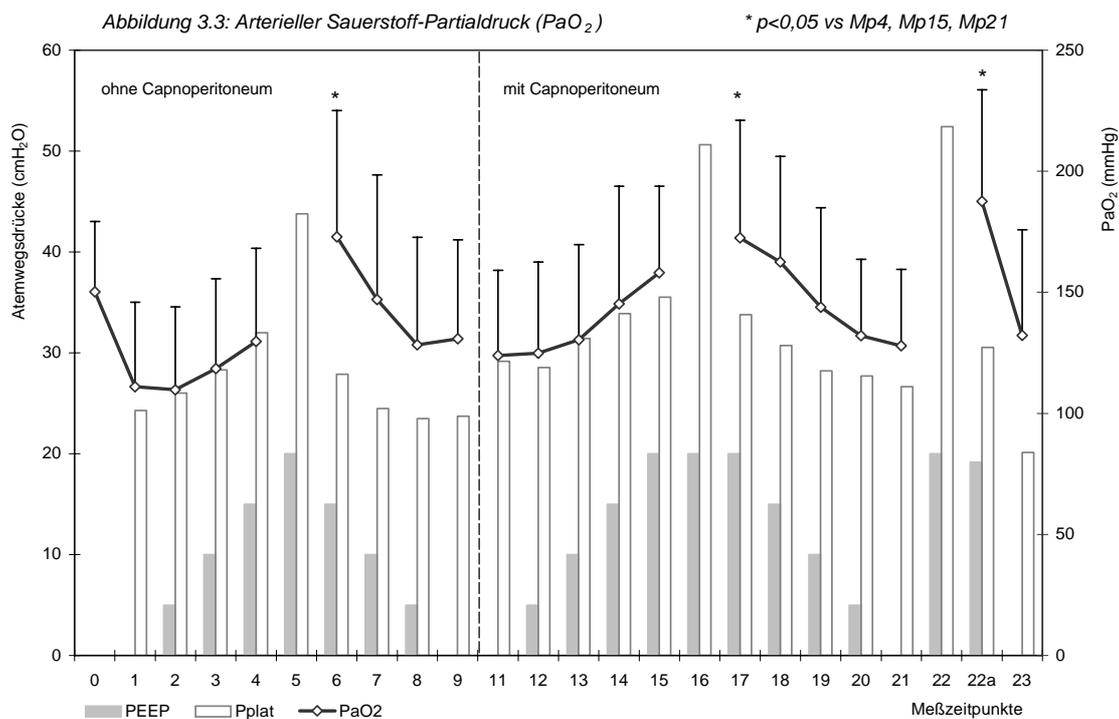


3.3 Die besonders berücksichtigten Variablen (Effekt-Variablen)

3.3.1 Arterieller Sauerstoff-Partialdruck (PaO_2)

Bei der Referenz-Messung zum Mp0 unter Raumluft betrug der korrigierte (für $FiO_2 = 0,4$) PaO_2 $150,2 \pm 29,1$ mmHg. Nach Narkoseeinleitung sank er zunächst auf $111,0 \pm 34,9$ mmHg ab, um bei 5 cmH₂O PEEP (Mp2) sein Minimum zu erreichen ($109,8 \pm 34,1$ mmHg). Erst ab einem PEEP von 10 cmH₂O stieg der PaO_2 auf $118,5 \pm 34,1$ mmHg an. Vor der Rekrutierung (Mp4) bei 15 cmH₂O PEEP erreichte er $129,7 \pm 38,5$ mmHg. Nach Intervention ebenfalls bei 15 cmH₂O PEEP (Mp6) betrug der PaO_2 $172,9 \pm 52,1$ mmHg. Die Differenz von 43,2 mmHg war statistisch signifikant ($p=0,001$). Zum Messzeitpunkt 7 bei einem PEEP von 10 cmH₂O fiel er schon wieder auf $147 \pm 51,6$ mmHg ab und sank dann weiter bis auf $130,8 \pm 40,9$ mmHg (Mp9).

Während Capnoperitoneum nahm der PaO_2 mit stufenweiser PEEP-Erhöhung von $123,9 \pm 35,1$ (Mp11) auf $158,0 \pm 35,8$ mmHg (Mp15) zu. Nach Rekrutierung erreichte er mit $172,5 \pm 48,5$ mmHg bei Mp17 einen signifikant höheren Wert als bei Mp15 ($p=0,018$). Bei einem PEEP von 15 cmH₂O (Mp18) fiel er auf $162,5 \pm 43,6$ mmHg ab und sank dann bei Mp19 auf $143,9 \pm 41,1$ mmHg. Weitere Erniedrigung des PEEP führte zum weiteren Absinken des PaO_2 bis auf $127,9 \pm 31,6$ mmHg (Mp21). Eine erneute Rekrutierung (Mp22) und anschließendes Offenhalten der Lunge mit einem mittleren PEEP von 20 ± 2 cmH₂O bewirkte wieder einen signifikanten Anstieg des PaO_2 auf $187,56 \pm 46,1$ mmHg ($p=0,007$). Nach Ablassen des Capnoperitoneums (Mp23 - ZEEP) sank der Sauerstoff-Partialdruck auf $132,3 \pm 43,6$ mmHg ab und lag damit im Mittel 8,3 mmHg höher als der Ausgangswert zum Messzeitpunkt 11.

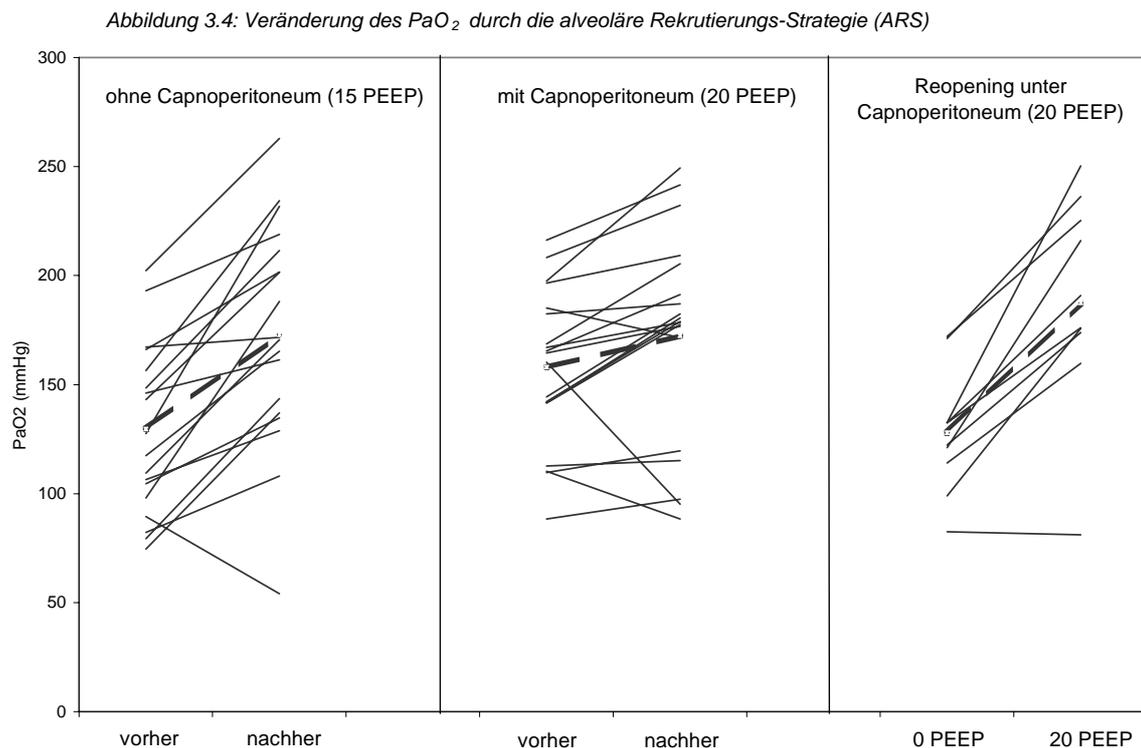


3.3.2 Vergleich der Oxygenierung vor und nach ARS

Die individuellen Veränderungen des PaO₂ für jeden einzelnen Patienten vor und nach der alveolären Rekrutierungs-Strategie sind in Abbildung 3.4 graphisch dargestellt.

Präoperativ ohne Capnoperitoneum betrug der PEEP vor (Mp4) und nach Rekrutierung (Mp6) 15 cmH₂O. Intraoperativ mit Capnoperitoneum lag der PEEP vor (Mp15) und nach der ersten Intervention (Mp17) bei 20 cmH₂O. Vor dem Reopening-Manöver (Mp21) betrug der PEEP 0 cmH₂O, hinterher (Mp22a) lag er bei 20 cmH₂O (siehe Abb. 2.2).

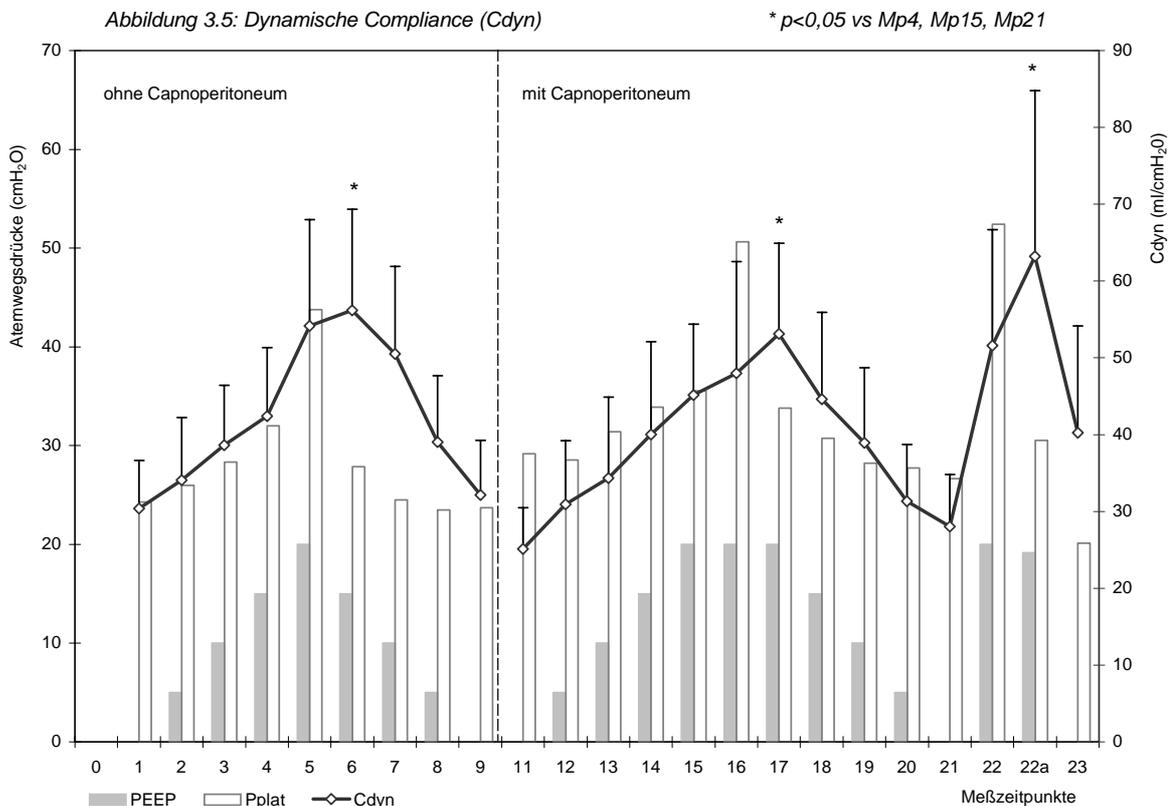
Drei Patienten zeigten eine entgegen dem Trend schlechtere Oxygenierung nach ARS. Nach Reopening der Lunge zeigten alle bis auf einen Patienten eine deutliche Erhöhung des PaO₂. Die gestrichelte Linie gibt den Trend der Veränderung im gesamten Patientenkollektiv an.



3.3.3 Dynamische Compliance (C_{dyn})

Die dynamische Compliance lag zu Beginn (Mp1) bei $30,4 \pm 6,2$ ml/cmH₂O. Mit Zunahme des PEEP (Mp2-Mp4) stieg sie kontinuierlich an. Während der Rekrutierung hat C_{dyn} einen Wert von $54,1 \pm 13,8$ ml/cmH₂O und stieg hinterher (Mp6) bei 15 cmH₂O PEEP weiter auf einen Maximalwert von $56,1 \pm 13,1$ ml/cmH₂O an. Die Differenz zwischen Mp6 und Mp4 betrug 13,3 ml/cmH₂O und war statistisch signifikant ($p < 0,001$). Mit Erniedrigung des PEEP sank C_{dyn} wieder annähernd auf Ausgangswerte ab (Mp9 - $C_{dyn} = 32,1 \pm 7,2$ ml/cmH₂O).

Zu Beginn der Messungen unter Capnoperitoneum war die dynamische Compliance trotz erhöhter intraabdomineller Drücke mit $25,1 \pm 5,4$ ml/cmH₂O nur geringfügig niedriger als bei Mp1 in der Einleitung. C_{dyn} nahm mit steigendem PEEP annähernd linear zu und erreichte zum Messzeitpunkt 15 (PEEP = 20 cmH₂O; vor ARS) einen Wert von $45,2 \pm 9,2$ ml/cmH₂O. Während der Intervention war ein weiterer Anstieg zu verzeichnen, der erst nach Beendigung des Manövers (Mp17) bei einem PEEP von 20 cmH₂O sein Maximum mit $53,1 \pm 11,8$ ml/cmH₂O erreichte. Im Vergleich zu Messzeitpunkt 15 zeigte sich bei Mp17 eine statistisch signifikante Erhöhung der dynamischen Compliance ($p = 0,01$). Schon das Absenken des PEEP auf 15 cmH₂O ließ die C_{dyn} um $8,5 \pm 5,6$ ml/cmH₂O (16%) abfallen. Zum Messzeitpunkt 21 kehrte C_{dyn} mit $28 \pm 6,8$ ml/cmH₂O annähernd auf Ausgangswerte zurück. Nach erneuter Rekrutierung der Lunge nahm die dynamische Compliance einen maximalen Wert von $63,2 \pm 21,6$ ml/cmH₂O an. Dieser Anstieg war gegenüber Mp21 statistisch signifikant ($p = 0,005$). Nach Ablassen des Capnoperitoneums war C_{dyn} mit $40,3 \pm 13,9$ ml/cmH₂O um 33% höher als zu Beginn der Studie unter gleichen Beatmungsbedingungen



3.4 Die Kontrollvariablen

3.4.1 Atemfrequenz (AF), Tidalvolumen (V_t) und Atemminutenvolumen (MV)

Es wurde bei allen Patienten eine AF von 11 /min angestrebt. Die mittlere gemessene Atemfrequenz lag bei 11 ± 1 /min. Zeitweise mussten niedrigere bzw. höhere Frequenzen eingestellt werden (Minimum: 8 /min; Maximum: 13 /min), um den P_aCO_2 im Normbereich zu halten.

Die Mittelwerte des expiratorisch gemessenen Tidalvolumens lagen während der gesamten Studie, außer über die Dauer der Rekrutierung, in einem Bereich zwischen 673 und 717 ml. Bei der Intervention lagen sie zwischen 1229 und 1549 ml. Zum Messzeitpunkt 22 (Reopening) wurde bei einem Patienten ein maximales Tidalvolumen von 1843 ml gemessen.

Das Atemminutenvolumen nahm während der Rekrutierungsstrategie im Mittel Werte zwischen $12,8 \pm 2,2$ und $15,9 \pm 1,4$ l/min an. Zu allen anderen Messzeitpunkten lagen die Mittelwerte des MV zwischen $7,0 \pm 1,1$ und $7,2 \pm 1,0$ l/min, mit Ausnahme des Mp23. Hier betrug das Atemminutenvolumen $7,6 \pm 1,3$ l/min.

Die im intraoperativen Studienteil unter Capnoperitoneum gemessenen Werte von Atemfrequenz, Tidalvolumen und Atemminutenvolumen unterschieden sich statistisch im Wesentlichen nicht von den erhobenen Daten im präoperativen Studienteil.

3.4.2 Inspiratorische Sauerstoff-Fraktion (F_iO_2)

Der Sauerstoffanteil der Atemluft zum Messzeitpunkt 0 (Spontanatmung) entsprach bei 18 Patienten dem der Raumluft (21%). Bei zwei Patienten betrug die F_iO_2 1 bzw. 0,95. Hier wurde schon vor Beendigung der Aufzeichnungen des Mp0 die F_iO_2 zur Präoxigenierung des Patienten vor Narkoseeinleitung erhöht.

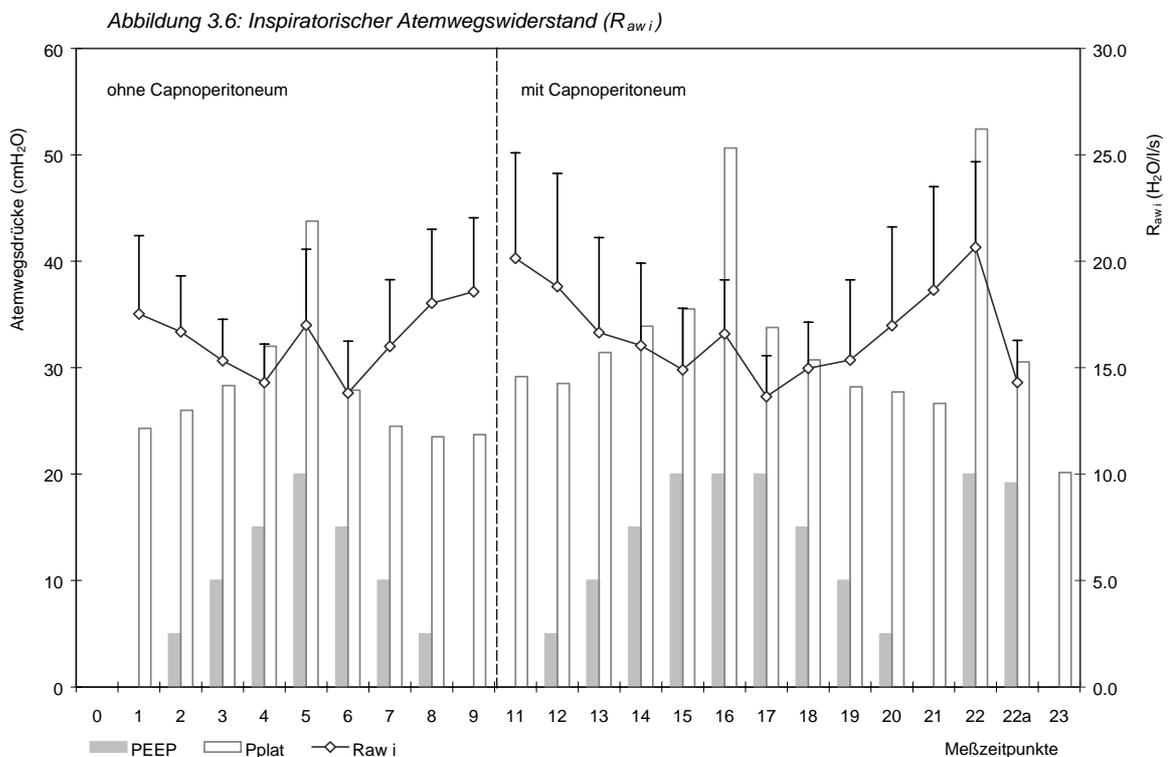
Der Sauerstoffgehalt der Inspirationsluft während künstlicher Beatmung (Mp1-Mp23) sollte 40% betragen ($F_iO_2 = 0,4$). Tatsächlich wichen die gemessenen Werte bei drei Patienten zu vereinzelt Messzeitpunkten drastisch ab, weil verpasst wurde, rechtzeitig zu Beginn des jeweiligen Studienteils die F_iO_2 auf 0,4 zu erhöhen bzw. zu erniedrigen. Bei einem dieser Patienten betrug der Sauerstoffanteil zum Mp1 0,99 und zum Mp2 noch 0,65; bei einem anderen lag die F_iO_2 während des gesamten intraoperativen Studienteils bei 0,32; ein weiterer Patient erhielt nur 20% Sauerstoff während der Meßzeitpunkte 11 bis 14. Niemals trat jedoch eine arterielle Sauerstoffsättigung unter 91% auf.

Alle anderen gemessenen Werte für die F_iO_2 lagen zwischen 0,35 und 0,48. Hier betrug die F_iO_2 zu allen Messzeitpunkten im Mittel 0,4 mit einer maximalen Standardabweichung von 0,06 bei Mp11.

3.4.3 Inspiratorischer Atemwegswiderstand ($R_{aw\ i}$)

Zu Beginn der Studie unter Beatmungsbedingungen lag der inspiratorische Atemwegswiderstand bei $17,53 \pm 3,67$ cmH₂O/l/s. Mit PEEP-Erhöhung fiel er linear ab. Bei einem PEEP von 15 cmH₂O vor Rekrutment lag er bei $14,29 \pm 1,82$ cmH₂O/l/s. Während der Rekrutierung stieg $R_{aw\ i}$ auf $17,0 \pm 3,57$ H₂O/l/s an und erreichte hinterher ein Minimum von $13,81 \pm 2,44$. Bis zum Ende des ersten Studienteils stieg er wieder an und lag mit $18,57 \pm 3,47$ cmH₂O/l/s leicht über den zu Mp1 gemessenen Wert.

Nach Anlage des Capnoperitoneums betrug der inspiratorische Atemwegswiderstand $20,14 \pm 4,96$ cmH₂O/l/s. Mit steigendem PEEP fiel er bis auf $14,90 \pm 2,89$ cmH₂O/l/s bei einem PEEP von 20 cmH₂O ab. Während der PEEP-Erhöhung von 0 auf 15 cmH₂O lag $R_{aw\ i}$ hier um $12 \pm 2,6\%$ höher, als im ersten Teil der Studie. Bei der Rekrutierung stieg er auf $16,59 \pm 2,53$ cmH₂O/l/s an. Hinterher zum Mp17 (20 cmH₂O PEEP) sank er auf $13,64 \pm 1,94$ cmH₂O/l/s ab. Stufenweise Senkung des PEEP führte zum Anstieg von $R_{aw\ i}$ bis auf $18,65 \pm 4,86$ cmH₂O/l/s. Während der intrapulmonalen Druckerhöhung beim Reopening stieg er weiter auf einen Wert von $20,66 \pm 4,02$ cmH₂O/l/s an. Hinterher bei einem PEEP von 20 cmH₂O sank er deutlich ab und lag bei $16,5 \pm 1,98$ cmH₂O/l/s. Zum Mp23 wurde nur von einem Patienten der inspiratorische Atemwegswiderstand gemessen und wurde deshalb hier nicht aufgeführt.



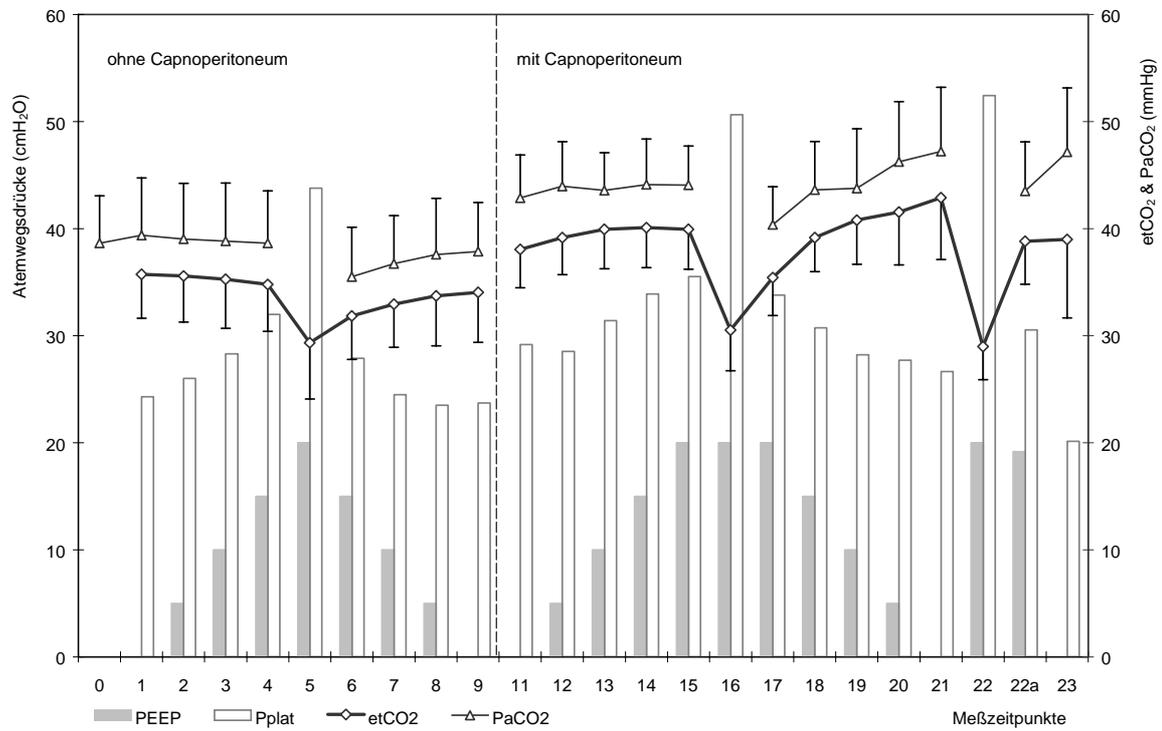
3.4.4 Arterieller Kohlendioxid-Partialdruck ($PaCO_2$) und end-tidales CO_2 ($etCO_2$)

Unter Spontanatmung lag der $PaCO_2$ bei $38,6 \pm 4,4$ mmHg, $etCO_2$ wurde hier nicht gemessen. Während der gesamten Studie zeigten $PaCO_2$ und $etCO_2$ einen fast parallelen Verlauf (siehe Abb. 3.6). Die Differenz zwischen beiden lag im Mittel gleichbleibend zwischen 3,5 und 8,2 mmHg. Während der Rekrutierung wurden keine Blutgasanalysen durchgeführt, weshalb zu diesen Messzeitpunkten keine exakte Aussage über die CO_2 -Eliminierung möglich war. Das $etCO_2$ zeigte bei allen Rekrutment-Manövern fast identisch niedrige Werte. Da man zu diesen Zeitpunkten nicht von einem steady state ausgehen konnte, wurde hier auf diese Werte nicht näher eingegangen.

Nach Narkoseeinleitung stieg der $PaCO_2$ zum Mp1 zunächst an ($39,4 \pm 5,4$ mmHg). Der Partialdruck des Kohlendioxids in der Expirationsluft lag hier bei $35,7 \pm 4,1$ mmHg. Bei identischer linearer Verlaufsform fielen beide bis zum Messzeitpunkt 4 (PEEP = 15 cmH₂O, vor ARS) langsam ab ($PaCO_2 = 38,7 \pm 4,9$ mmHg / $etCO_2 = 34,8 \pm 4,4$ mmHg). Nach Intervention zum Mp6 betragen $PaCO_2$ und $etCO_2$ $35,5 \pm 4,6$ bzw. $31,8 \pm 4$ mmHg. Bis zum Ende des ersten Studienteils stiegen sie fast bis auf ihre Ausgangswerte (Mp1) an. Der CO_2 -Partialdruck im Blut lag zum Messzeitpunkt 9 bei $37,9 \pm 4,6$ mmHg, $etCO_2$ zeigte einen Wert von $38,1 \pm 3,6$ mmHg.

Während Capnoperitoneum zeigten die beiden Variablen einen ähnlichen Verlauf wie präoperativ in der Einleitung. Im Unterschied zum ersten Teil lag der $PaCO_2$ hier im Mittel um $6,5 \pm 2,1$ mmHg höher, der $etCO_2$ stieg um $6 \pm 2,3$ mmHg an. Vor der Rekrutierung stiegen $PaCO_2$ und $etCO_2$ von $42,9 \pm 4$ mmHg bzw. $38,1 \pm 3,6$ mmHg (Mp11) bis auf $44,1 \pm 3,6$ mmHg bzw. $39,9 \pm 3,7$ mmHg (Mp15) an. Nach der Intervention waren sie wieder auf $40,4 \pm 3,6$ mmHg bzw. $35,4 \pm 3,5$ mmHg abgesunken. Während Erniedrigung des PEEP nahm der CO_2 -Partialdruck im Blut sowie in der Expirationsluft stärker zu als während des vergleichbaren Messintervalls in der Einleitung. Zum Messzeitpunkt 21 lag der $PaCO_2$ bei $47,2 \pm 6$ mmHg. $EtCO_2$ erreichte hier im Mittel einen Wert von $42,9 \pm 5,8$ mmHg. Durch erneute Rekrutierung sank der Kohlendioxid-Partialdruck in beiden Kompartimenten wieder ab. Zum Mp22a zeigte $PaCO_2$ einen Wert von $43,5 \pm 4,6$ mmHg, das end-tidale CO_2 betrug $38,8 \pm 4$ mmHg. Im Rahmen dieser Studie wurden für $PaCO_2$ und $etCO_2$ Werte im Bereich zwischen 28,3 bzw. 25 mmHg (Minimum) und 61,8 bzw. 57 mmHg (Maximum) gemessen. Das Minimum wurde bei einem Patienten in der Einleitung nach kurzer Hyperventilation durch die Rekrutierung gemessen. Das Maximum erreichte ein Patient nach lang andauernder Insufflation von CO_2 durch das Capnoperitoneum zum Ende der Operation auf ZEEP-Niveau bevor die Lunge wiedereröffnet wurde.

Abbildung 3.7: Endtidales CO₂ (etCO₂) im Vergleich mit PaCO₂



3.4.5 Blut-pH-Wert

Im Mittel bewegte sich der pH-Wert in einem Bereich zwischen $7,30 \pm 0,04$ und $7,43 \pm 0,04$. Es wurden pH-Werte von 7,24 (Minimum) bis 7,51 (Maximum) gemessen. Unter Capnoperitoneum lag der pH-Wert etwa 0,1 unter dem, der ohne CO₂-Insufflation gemessen wurde.

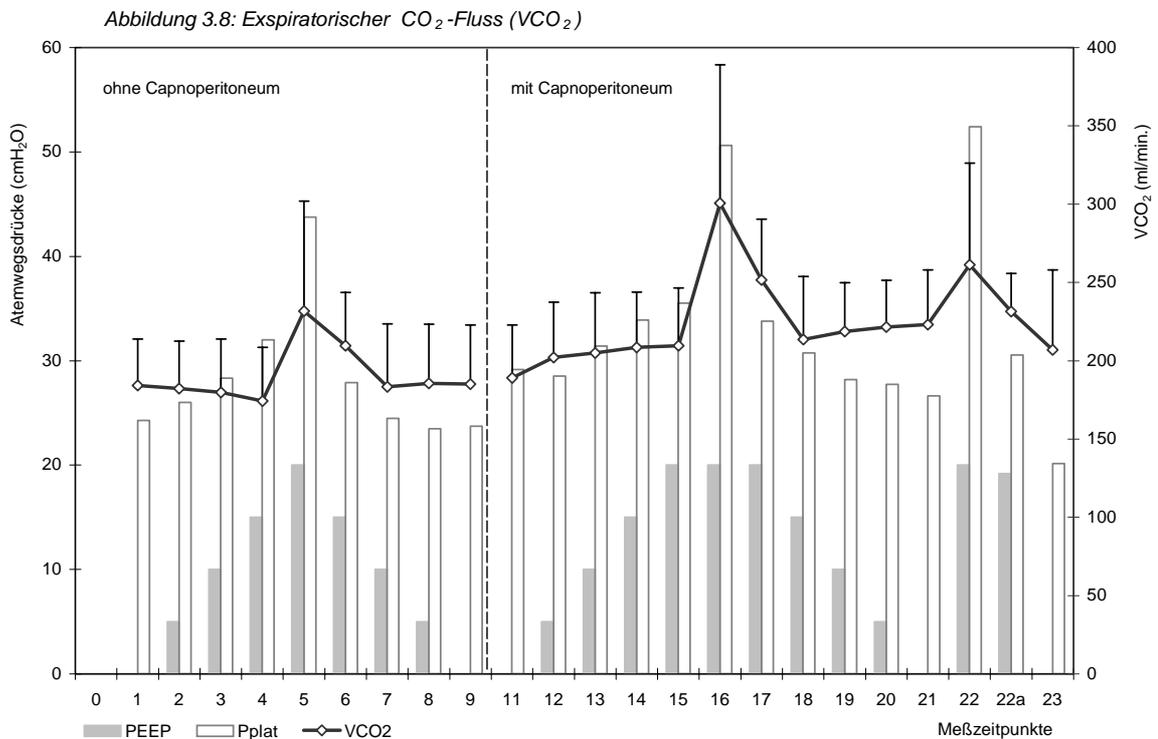
3.4.6 Arterielle Sauerstoffsättigung (SpO₂)

Die pulsoxymetrisch gemessenen Werte für die arterielle Sauerstoffsättigung differierten zwischen einem Minimum von 91% und einem Maximum von 100%. Das Minimum von 91% erreichten zwei Patienten zu den Messzeitpunkten 1 und 11 bei einer vom Studienprotokoll vorgegebenen FiO₂ von 0,4 und einem PEEP von 0 cmH₂O. Im Mittel aller Patienten lag die Sauerstoffsättigung zu allen Messzeitpunkten zwischen 98 ± 2 % und 100 ± 2 %.

3.4.7 Expiratorischer CO₂-Fluss (VCO₂)

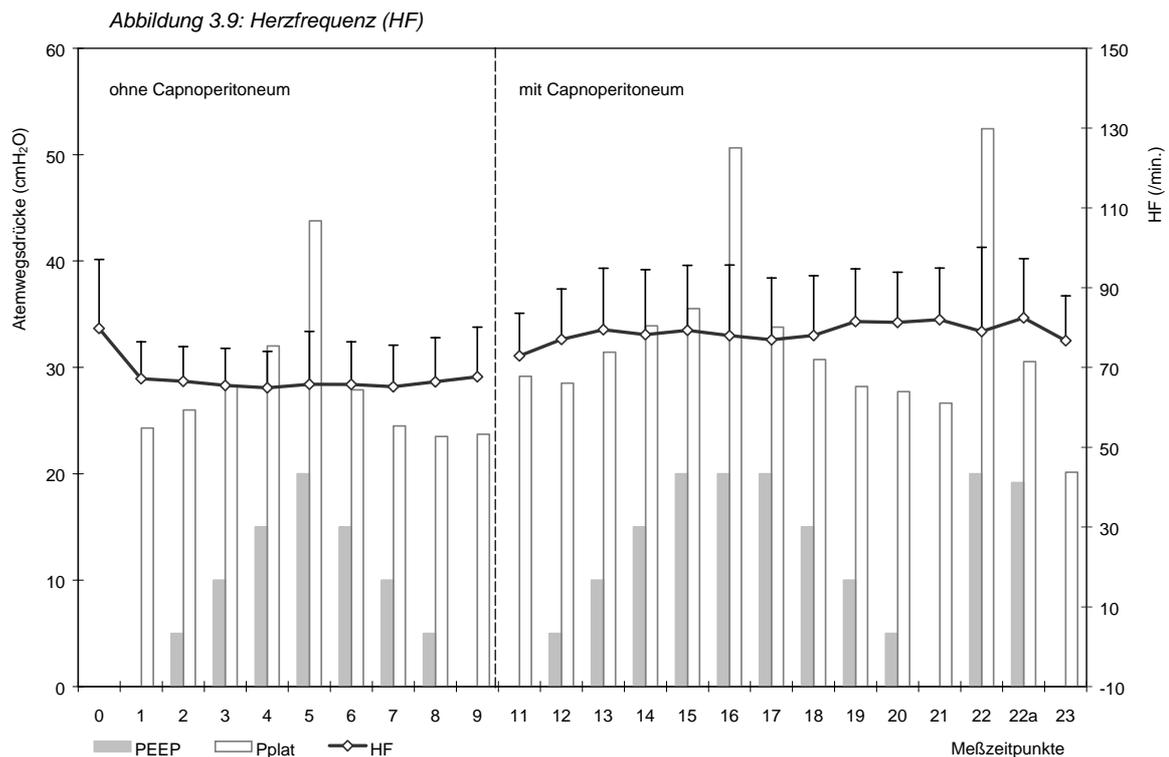
Zu Beginn der Narkose lag VCO₂ bei 184,2 ±29,7 ml/min. Bis zur Intervention fiel der CO₂-Fluss nur leicht um etwa 10 ml/min. Während der Rekrutment-Strategie (PEEP = 20 cmH₂O / Vt = 1229 ±146 ml) im ersten Teil der Studie erhöhte sich der expiratorische CO₂-Fluss auf 231,6 ±70,2 ml/min. Hier bestand durch ein kurzzeitiges Auswaschen der CO₂-Speicher kein steady state. Nach Beendigung der Rekrutierung (Mp6) lag VCO₂ bei 209,7 ±33,9 ml/min. Zum Mp7 war die CO₂-Eliminierung wieder auf 183,3 ±40,2 ml/min abgesunken. Mit stufenweiser Erniedrigung des PEEP fiel der CO₂-Fluss annähernd auf seinen Ausgangswert zurück.

Mit Anlage des Capnoperitoneums stieg VCO₂ von Mp11 bis Mp15 langsam an. Auf einem PEEP-Niveau von 20 cmH₂O (Mp15) lag er bei 209,6 ±37 ml/min. Nach ARS (Mp17) betrug VCO₂ 251,6 ±38,9 ml/min. Schon bei Erniedrigung des PEEP um 5 cmH₂O (Mp18) fiel der CO₂-Fluss auf einen Wert von 213,5 ±40,4 ml/min ab. Bei Wiedereröffnung der Lunge (Mp22) stieg die CO₂-Eliminierung erneut deutlich an. Nach Beendigung der CO₂-Insufflation wurde für den expiratorischen CO₂-Fluss ein Wert von 207 ±50,9 ml/min gemessen.



3.4.8 Herzfrequenz (HF)

Vor Narkoseeinleitung lag die HF, je nach Wirkung der Prämedikation bei den Patienten, im Bereich zwischen 50 und 110 /min (Mittelwert 80 ± 17 /min). Von Beginn der Narkose bis zum Ende des ersten Studienteils bewegte sich die Herzfrequenz im Mittel zwischen 65 ± 10 und 68 ± 9 /min. Während der Rekrutierung (Mp5) wurden Frequenzen zwischen 43 und 91 /min gemessen. Mit Beginn der Operation unter Capnoperitoneum stieg die HF um etwa 10 /min an. Auch im zweiten Teil der Studie schwankten die Frequenzen im Mittel geringfügig zwischen 73 ± 11 und 82 ± 15 /min. Zum Zeitpunkt der ersten Intervention unter Capnoperitoneum (Mp16) wurden für HF Werte zwischen 48 und 120 /min aufgezeichnet. Während des Reopenings (Mp22) lag die minimale Herzfrequenz bei 56 /min und die maximale bei 108 /min. Nach Ablassen des Capnoperitoneums hatten die Patienten im Mittel eine Herzfrequenz von 77 ± 11 /min (Abb. 3.9).

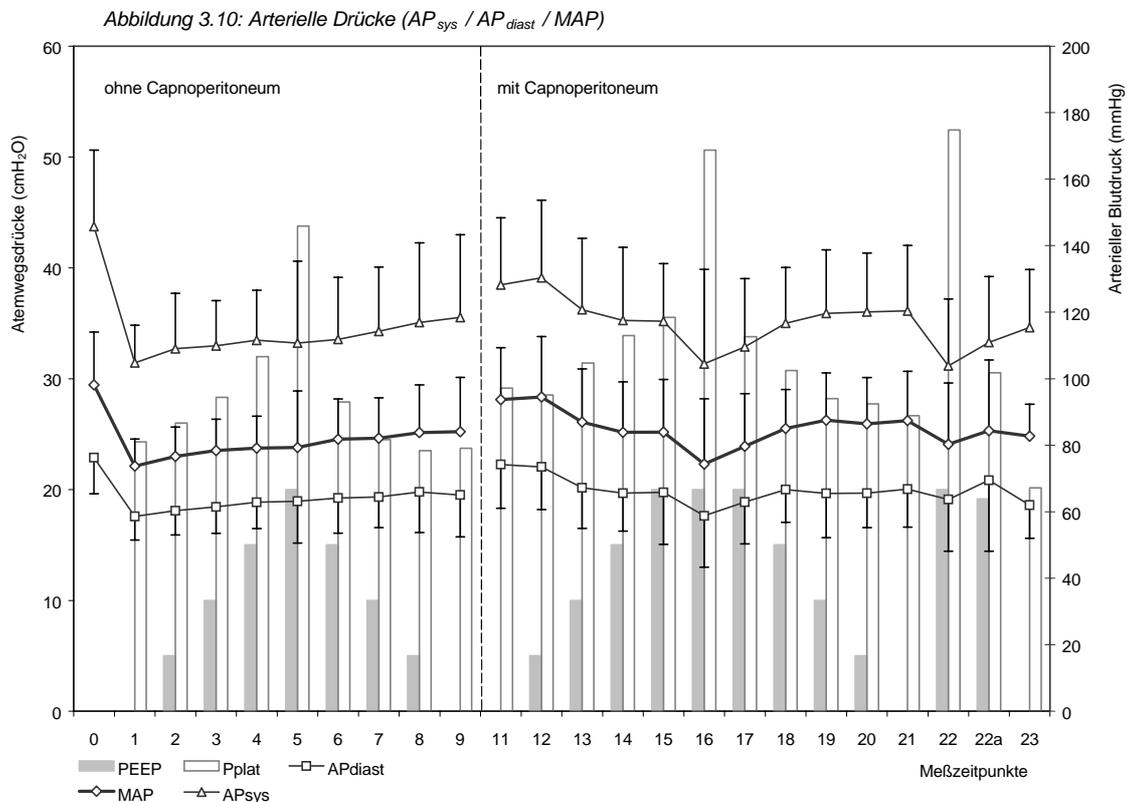


3.4.9 Arterielle Drücke (AP_{sys} / AP_{diast} / MAP)

Informationen über den Verlauf der Mittelwerte des arteriellen systolischen (AP_{sys}) und diastolischen (AP_{diast}) Druckes sind Abbildung 3.10 zu entnehmen.

Der mittlere arterielle Druck lag im Mittel unter Spontanatmung bei 98 ± 16 mmHg. Nach Narkoseeinleitung sank er auf 74 ± 8 mmHg ab und nahm über die Dauer des ersten Studienteils annähernd linear um 10 mmHg zu. Zum Messzeitpunkt 9 erreichte MAP einen Wert von 84 ± 16 mmHg. Während der alveolären Rekrutierungsstrategie in der Einleitung lag der MAP im Mittel bei 79 ± 17 mmHg.

Nach Anlage des Capnoperitoneums zum Mp11 betrug der arterielle Mitteldruck 94 ± 16 mmHg. Sein Wert lag damit im Mittel um 20 mmHg höher als zum Mp1 bei identischen Ventilationsbedingungen ($PEEP = 0$ cmH₂O) im ersten Teil der Studie. Bis zur Intervention zum Messzeitpunkt 16 sank der MAP und erreichte hier mit 74 ± 20 mmHg sein Minimum. Nach Rekrutierung bei einem PEEP von 20 cmH₂O betrug er 80 ± 16 mmHg und stieg bis zum Mp21 auf 87 ± 15 mmHg an. Während der Wiedereröffnung der Lunge fiel der MAP nochmal leicht ab und erreichte zum Mp22a einen Wert von 84 ± 21 mmHg. Bei der Baseline-Messung am Ende der Studie (Mp23 - ZEEP) betrug der MAP 83 ± 10 mmHg, er lag damit 11 mmHg über dem gemessenen Wert zum vergleichbaren Messzeitpunkt zu Beginn der Studie (Mp1).

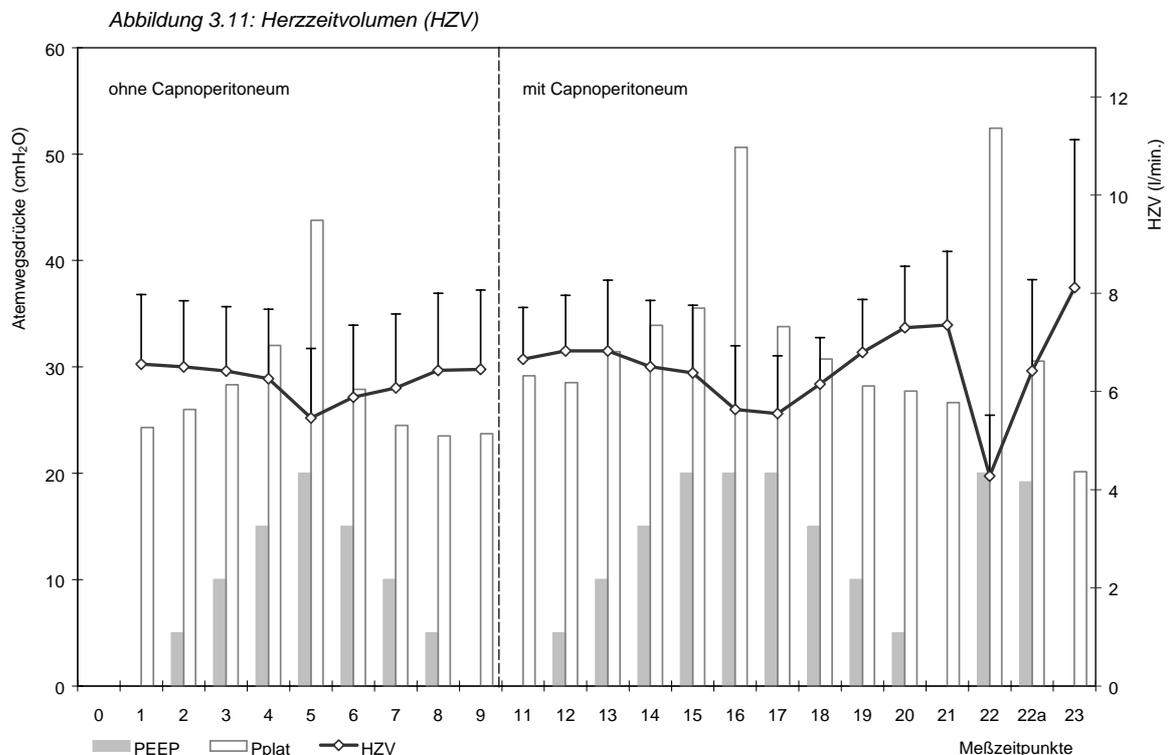


Während der ersten Intervention intraoperativ unter Capnoperitoneum musste bei zwei Patienten das Rekrutment schon nach 80 bzw. 110 Sekunden abgebrochen werden, da sie grenzwertig hypotone arterielle Drücke von 59 / 26 bzw. 60 / 29 mmHg (systolisch / diastolisch) zeigten. Die Hypotension wurde mit Cafedrin/Theoadrenalin (Akrinor[®], AWD.pharma, Dresden) therapiert. Danach konnte die Studie ab Messzeitpunkt 17 fortgesetzt und bis zum Ende durchgeführt werden. Die zweite Intervention unter Capnoperitoneum (Reopening-Manöver) sowie der gesamte erste Studienteil in der Einleitung verlief bei diesen Patienten ohne Komplikationen. Es ist zu erwähnen, dass diese Patienten schon initial nach Narkoseeinleitung hypotone arterielle Drücke von 100 / 46 bzw. 115 / 54 mmHg aufwiesen. Diese änderten sich trotz Volumenexpansion über die Dauer des ersten Studienteils nicht wesentlich.

3.4.10 Herzzeitvolumen (HZV)

Die folgenden Werte wurden mittels Pulmonalkatheter erhoben. Vor Narkoseeinleitung zum Messzeitpunkt 0 wurde kein HZV ermittelt. Bei der Ausgangs-Messung (Mp1 - ZEEP) hatten die Patienten im Mittel ein HZV von $6,6 \pm 1,4$ l/min. Mit jeder PEEP-Erhöhung sank das HZV linear um jeweils 0,1 l/min ab. Für die Dauer der Rekrutierung wurde ein Herzzeitvolumen von $5,5 \pm 1,4$ l/min gemessen. Hinterher stieg es sofort wieder auf $5,9 \pm 1,5$ l/min an. Mit Erniedrigung des PEEP erreichte das HZV zum Ende des ersten Studienteils mit $6,5 \pm 1,6$ l/min Ausgangswerte.

Unter Capnoperitoneum bei ZEEP (Mp11) betrug der Mittelwert des HZV aller Patienten $6,7 \pm 1,1$ l/min. Bis zum Mp15 sank es mit PEEP-Erhöhung nur wenig auf $6,4 \pm 1,4$ l/min ab. Zum Zeitpunkt der ersten Intervention (Mp16) lag das HZV bei $5,6 \pm 1,3$ l/min, stieg erst bei Reduzierung des PEEP auf 15 cmH₂O wieder an und erreichte zum Mp21 (ZEEP) $7,4 \pm 1,5$ l/min. Im Vergleich zum Messzeitpunkt 11 lag das HZV zum Mp21 bei gleichen Beatmungsbedingungen nach der alveolären Rekrutierungsstrategie 10% höher als vorher. Während des Reopenings fiel das HZV im Mittel auf $4,3 \pm 1,2$ l/min und lag dann bei einem PEEP von 20 cmH₂O stabil mit $6,4 \pm 1,9$ l/min nahe dem Ausgangswert (Mp1). Nach Beendigung der OP wurde ein HZV von $8,1 \pm 3$ l/min gemessen. Es stieg im Vergleich zur Baseline-Messung (Mp1) im Mittel um 2,5 l/min an und lag damit um 23% über dem Herzzeitvolumen, das zu Beginn der Studie ermittelt wurde.



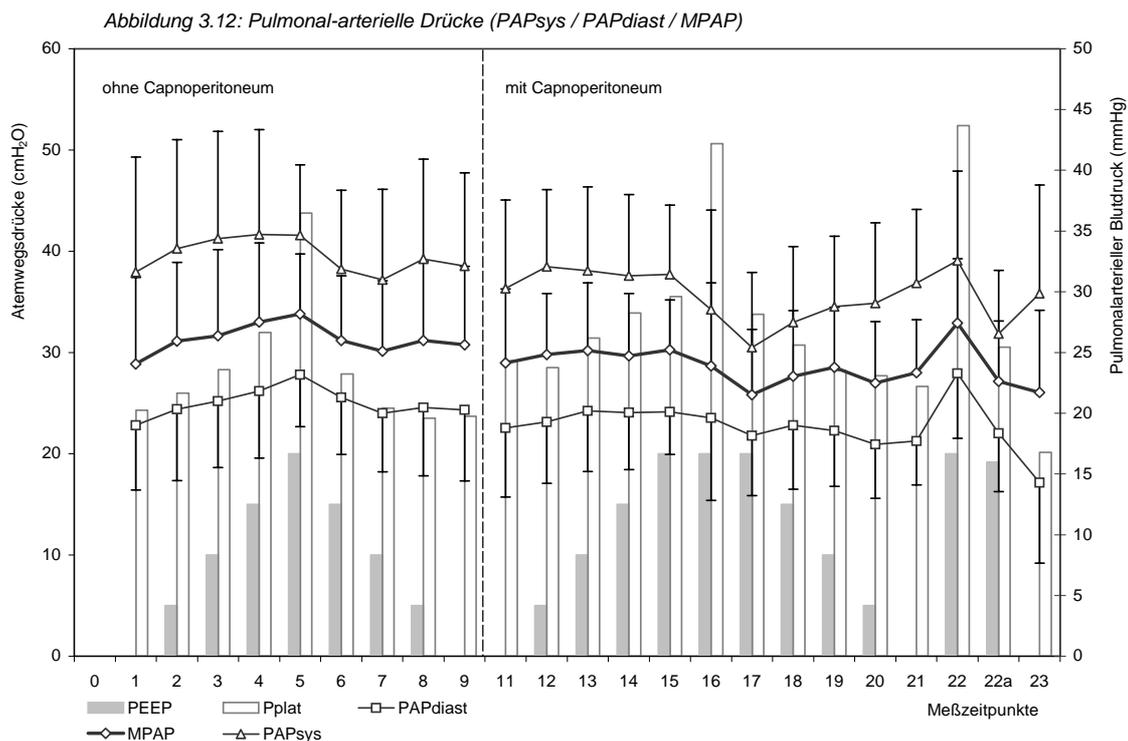
3.4.11 Pulmonal-arterielle Drücke (PAP_{sys} / PAP_{diast} / MPAP)

Die Mittelwerte des systolischen (PAP_{sys}), des diastolischen (PAP_{diast}) sowie des mittleren Pulmonalarteriendruckes (MPAP) zeigen fast identische Schwankungen. An dieser Stelle werden die Ergebnisse des MPAP im Detail dargestellt. Weitere Informationen zu PAP_{sys} und PAP_{diast} können der Abbildung 3.12 entnommen werden.

Bei der Baseline-Messung beträgt der MPAP im Mittel 24 ± 7 mmHg. Mit Erhöhung des PEEP-Niveaus stieg der MPAP bis zum Mp 4 auf 28 ± 7 mmHg. Während der Intervention änderte er sich im Mittel nicht. Nach Rekrutierung sank der MPAP auf 26 ± 5 mmHg und änderte sich bis zum Ende des ersten Studienteils kaum.

Nach Anlage des Capnoperitoneums wurde zum Mp 11 (ZEEP) ein mittlerer PA-Druck von 24 ± 6 mmHg gemessen. Unter stufenweiser PEEP-Erhöhung (Mp12-Mp15) lag er im Mittel bei $25 \pm 4-6$ mmHg. Während der ARS sank er leicht ab und erreichte hinterher (Mp17) mit 22 ± 5 mmHg ein Minimum. Trotz Erniedrigung des PEEP änderte sich der MPAP nicht nennenswert und nahm zum Mp21 (ZEEP) mit 23 ± 4 mmHg annähernd Ausgangswerte an. Während des Reopenings der Lunge stieg der MPAP bis auf 27 ± 5 mmHg und sank hinterher trotz erhaltenem PEEP von 20 cmH₂O wieder auf 23 ± 5 mmHg ab. Nach Ablassen des Capnoperitoneums (PEEP = 0 cmH₂O) wurde ein MPAP von 22 ± 7 mmHg registriert.

Für den mittleren Pulmonalarteriendruck wurden Werte zwischen 10 mmHg (Minimum) und 40 mmHg (Maximum) aufgezeichnet. Beide Werte, Minimum und Maximum, wurden bei verschiedenen Patienten zum gleichen Messzeitpunkt (Mp16 - Rekrutierung unter Capnoperitoneum) aufgezeichnet. Dies ist ein Beweis für starke intraindividuelle Schwankungen und erklärt auch die aus der Abbildung 3.12 ersichtlichen hohen Standardabweichungen.

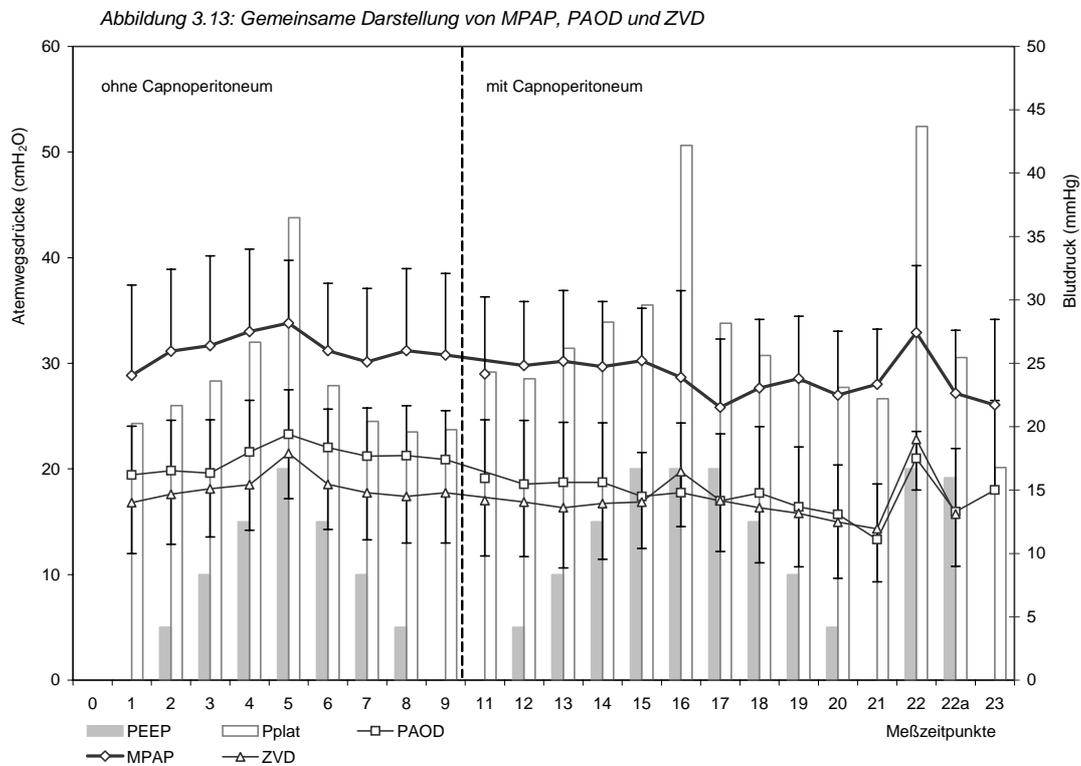


3.4.12 Zentraler Venendruck (ZVD)

Der ZVD nahm im Mittel Werte zwischen 12 ± 4 und 19 ± 4 mmHg an. Im präoperativen Teil der Studie lag er zum Mp1 bei 14 ± 4 mmHg. Sonst betrug der ZVD, außer für die kurze Dauer der Rekrutierung, zu allen anderen Messzeitpunkten in der Einleitung 15 ± 4 mmHg. Während der ARS stieg der zentrale Venendruck auf 18 ± 4 mmHg an.

Unter Capnoperitoneum lag der ZVD vor der Intervention (Mp11-Mp15) bei 14 ± 4 mmHg. Für die Dauer der Rekrutierung stieg er auf 16 ± 4 mmHg an, um dann wieder auf 14 ± 4 mmHg abzusinken. Mit stufenweiser Reduzierung des PEEP sank auch der ZVD leicht bis auf einen Mittelwert von 12 ± 4 mmHg (Mp21). Bei erneuter Rekrutierung stieg er kurzzeitig wieder auf 19 ± 4 mmHg an und fiel danach bis auf 13 ± 4 mmHg (Mp22a) ab. Die Daten des ZVD zum Mp23 konnten nicht ausgewertet werden. Der Lagewechsel der Patienten im Anschluss an die Operation führte zu einer Verschiebung des Nullpunktes für den zentralen Venendruck.

Abbildung 3.13 zeigt den Zentralen Venendruck und den pulmonal-arteriellen Okklusionsdruck (PAOD) zusammen mit dem pulmonalarteriellen Mitteldruck (MPAP). Der PAOD wird im Anschluss an die Graphik besprochen.



3.4.13 Pulmonal-arterieller Okklusionsdruck (PAOD)

Der PAOD unterlag während der Studie im Mittel keinen großen Schwankungen. Er bewegte sich in einem Bereich zwischen 13 ± 5 und 18 ± 3 mmHg. Bei der Ausgangs-Messung (Mp1) lag er bei $16 \pm 3,8$ mmHg. Bei einem PEEP von $15 \text{ cmH}_2\text{O}$ stieg er auf $18 \pm 4,1$ mmHg an und erreichte während der Rekrutierung (Mp5) mit $19 \pm 3,5$ mmHg sein Maximum. Nach Erniedrigung des PEEP um $5 \text{ cmH}_2\text{O}$ sank der PAOD wieder auf 18 ± 3 mmHg ab und veränderte sich bis zum Ende des ersten Studienteils nicht wesentlich.

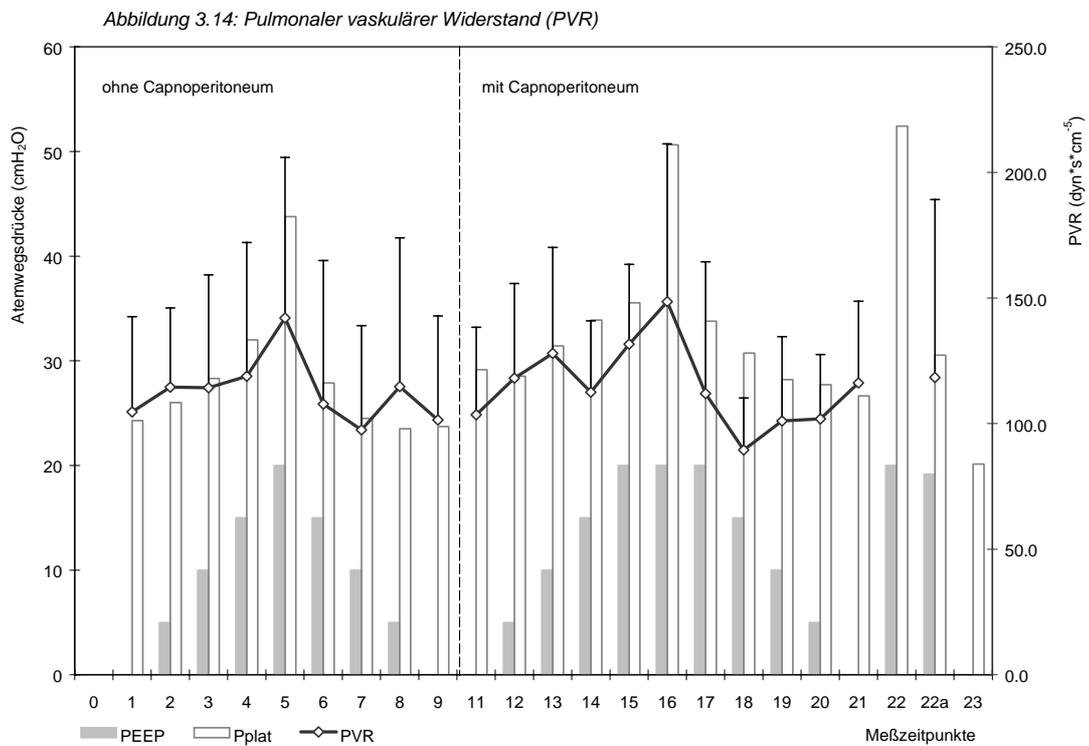
Während Capnoperitoneum wurden für den PAOD im Mittel niedrigere Werte als in der Einleitung gemessen. Bei ZEEP (Mp11) lag er bei $16 \pm 4,6$ mmHg und sank im weiteren Verlauf der Untersuchungen unbeeinflusst von dem ersten Rekrutierungsmanöver bis auf $11 \pm 4,4$ mmHg (Mp21) ab. Beim Wiedereröffnen der Lunge (Mp22) und nach Operationsende konnte aufgrund von Zeitmangel der PAOD nur bei zwei Patienten gemessen werden. Zum Messzeitpunkt 22a wurden bei sieben Patienten Messungen des PAOD durchgeführt. Im Mittel lag er zu diesem Zeitpunkt bei 13 ± 5 mmHg.

3.4.14 Pulmonaler vaskulärer Widerstand (PVR)

Zu Beginn der Messungen in Narkose (Mp1) lag der PVR im Mittel bei $104,6 \pm 37,9 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$. Mit stufenweiser Erhöhung des PEEP stieg auch der pulmonale Gefäßwiderstand langsam an. Bei einem PEEP von $15 \text{ cmH}_2\text{O}$ betrug er $118,8 \pm 53,3 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$. Während der intrapulmonalen Druckerhöhung im Rahmen der Rekrutierung stieg der PVR bis auf $142,1 \pm 63,9 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ an. Hinterher sank er deutlich ab und erreichte bei $10 \text{ cmH}_2\text{O}$ PEEP (Mp7) mit $97,5 \pm 41,5 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ sein Minimum. Weitere Erniedrigung des PEEP auf $5 \text{ cmH}_2\text{O}$ (Mp8) ließ den PVR kurzzeitig auf $114,8 \pm 59,2 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ ansteigen. Zum Ende des ersten Studienteils erreichte er mit $101,4 \pm 41,4 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ wieder annähernd seinen Ausgangswert.

Nach Anlage des Capnoperitoneums zum Mp11 wurde für den PVR ein Wert von $103,5 \pm 34,9 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ gemessen. Mit steigendem PEEP erhöhte sich der pulmonale Gefäßwiderstand schneller und stärker als im präoperativen Studienteil. Schon bei einem PEEP von $10 \text{ cmH}_2\text{O}$ lag er bei $128 \pm 42,2 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$. Weitere Erhöhung des PEEP auf $15 \text{ cmH}_2\text{O}$ (Mp14) ließ den PVR kurzzeitig auf $112,5 \pm 28,4 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ zurückfallen, um bei $20 \text{ cmH}_2\text{O}$ PEEP mit $131,6 \pm 31,8 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ ein lokales Maximum vor der Intervention zu erreichen. Während Rekrutierung lag der PVR bei $148,6 \pm 62,8 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$, fiel hinterher stark ab und erreichte bei einem PEEP von $15 \text{ cmH}_2\text{O}$ mit $89,6 \pm 20,6 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ sein Minimum. Mit weiterer PEEP-Erniedrigung stieg der PVR wieder leicht an und betrug zum Mp21 (ZEEP) $116,2 \pm 32,5 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$. Nach erneutem kurzzeitigem Anstieg während des Reopenings erreichte er bei $20 \text{ cmH}_2\text{O}$ PEEP nach Intervention (Mp22a) einen Wert von $125 \pm 70,9 \text{ dyn}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$.

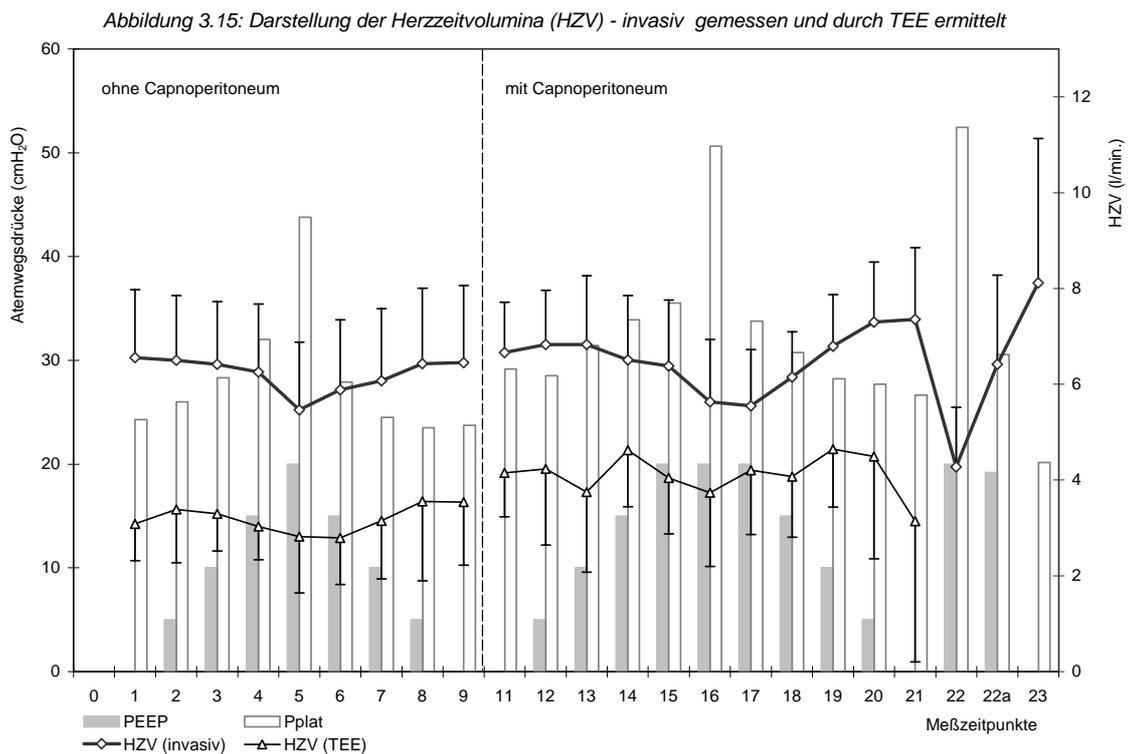
Der pulmonale Gefäßwiderstand zu den Messzeitpunkten 22 und 23 konnte nur für die zwei Patienten berechnet werden, bei denen der PAOD erhoben wurde (siehe S. 85). Er wurde deshalb in der Statistik nicht aufgeführt. Die eingezeichneten hohen Standardabweichungen in Abbildung 3.14 deuten auf eine große Variabilität der gemessenen Werte hin, die durch die Berechnung noch verstärkt wurde.



3.4.15 Ergebnisse der transösophagealen Echokardiographie (TEE)

Fünf Patienten mußten von der Analyse der TEE ausgeschlossen werden; drei Patienten aufgrund schlechter Untersuchungsbedingungen und zwei Patienten wegen intermittierender Unterbrechungen durch Einführen einer Magensonde durch die Chirurgen. Die Messzeitpunkte 22-23 konnten wegen Zeitmangels nicht echokardiographisch erfasst werden.

Die mittels TEE bestimmten Herzzeitvolumina unterschieden sich von den invasiv mit dem Pulmonalkatheter gemessenen, die hierbei gemessene Werte lagen um etwa 50% niedriger als die invasiv gemessenen Werte. Der Verlauf und die relativen Änderungen des durch die TEE ermittelten HZV war jedoch mit dem invasiv gemessenen während des ersten Studienteils fast identisch. Im intraoperativen Teil wich er zum Mp14 und Mp21 von den Ergebnissen des durch Thermodilutionsverfahren ermittelten HZV ab (siehe Abb. 3.15).

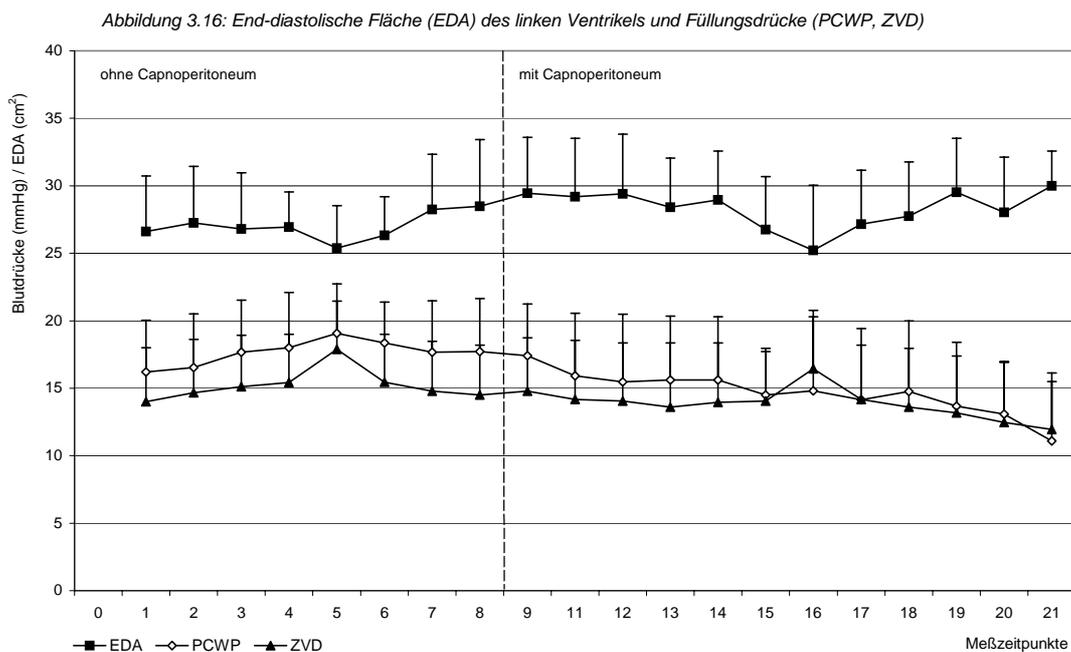


Bei Betrachtung der Parameter zur Beurteilung der systolischen Funktion des linken Ventrikels fiel eine leichte Erhöhung der Flächenänderungsfraction (FAC) und der Ejektionsfraction (EF) während des Rekrutments auf (Mp5, Mp16). Details sind der Tabelle 3.3 zu entnehmen.

| Mp | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|-----|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| FAC | Mw. | 43 | 45 | 46 | 45 | 47 | 44 | 44 | 45 | 45 | 45 | 48 | 48 | 48 | 44 | 49 | 49 | 46 | 46 | 49 | 49 |
| | Stabw. | 8 | 9 | 6 | 10 | 7 | 6 | 8 | 11 | 8 | 8 | 6 | 6 | 8 | 12 | 7 | 8 | 7 | 6 | 7 | 5 |
| EF | Mw. | 58 | 60 | 61 | 59 | 61 | 59 | 60 | 62 | 61 | 62 | 65 | 65 | 65 | 63 | 64 | 66 | 62 | 61 | 66 | 66 |
| | Stabw. | 10 | 12 | 7 | 11 | 7 | 8 | 9 | 8 | 10 | 8 | 6 | 7 | 5 | 6 | 8 | 10 | 8 | 7 | 7 | 5 |

Tabelle 3.3: Fractional Area Change und Ejection Fraction; Rekrutment Manöver (Mp5 und Mp16) grau unterlegt

In Abb. 3.16 sind die enddiastolische Fläche (EDA) des linken Ventrikels und die Füllungsdrücke (ZVD, PAOD) dargestellt. Während die enddiastolische Fläche während des Rekrutments (Mp5, Mp16) leicht abfiel, zeigten ZVD und PAOD einen gegensätzlichen Verlauf.



Es wurden keine segmentalen Wandbewegungsstörungen (*segmental wall motion abnormalities – SWMA*) in den verwendeten Einstellungen des linken Ventrikels, also in der septalen und lateralen Wand während des gesamten Studienprotokolls und des Rekrutierungs-Manövers beobachtet.

3.5 Präoperatives Reopening-Manöver in der Einleitung

Das erneute Rekrutieren der Lunge und anschließende Offenhalten mit *optimalem PEEP* (Mp10 und 10a) konnte wegen Zeitmangels in der Einleitung nur bei fünf Patienten durchgeführt werden. Die Daten zum Messzeitpunkt 10 (Reopening) lagen nur von zwei Patienten vor, weshalb über diesen Messzeitpunkt keine statistischen Aussagen getroffen wurden. Die Messwerte zum Mp 10a wurden von allen fünf Patienten notiert. Signifikanzen konnten aufgrund der geringen Anzahl von Stichproben nicht berechnet werden. Der *optimale PEEP* zum Offenhalten der Lunge lag hier bei einem PEEP von 15 cmH₂O.

3.5.1 PaO₂ und dynamische Compliance (C_{dyn})

Der Sauerstoffpartialdruck betrug bei ZEEP-Niveau vor dem Wiedereröffnen der Lunge im Mittel 130,8 ±40,9 mmHg. Nach Rekrutierung lag der Mittelwert des PaO₂ der fünf untersuchten Patienten bei 155,3 ±58,8 mmHg. Dies ist ein Anstieg von 19%.

Die mittlere dynamische Compliance betrug vor dem Reopening-Manöver 32,1 ±7,2 ml/cmH₂O. Nach Wiedereröffnung der Lunge war C_{dyn} im Mittel mit 65,8 ±18,7 ml/cmH₂O doppelt so hoch wie zum Messzeitpunkt 9.

Tabelle 3.4 zeigt die deskriptive Statistik beider Parameter.

| Var. | Mp | Gültig | Fehl. | Mw. | Stabw. | Median | Min. | Max. | Perzentile: | | |
|------------------|-----|--------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------------|-------|-------|
| | | | | | | | | | 25 | 50 | 75 |
| PaO ₂ | 9 | 18 | 2 | 130,8 | 40,9 | 129,5 | 85,6 | 206,5 | 94,4 | 129,5 | 158,7 |
| | 10a | 5 | 15 | 155,3 | 58,8 | 179,8 | 65,8 | 210,8 | 96,7 | 179,8 | 201,5 |
| C _{dyn} | 9 | 18 | 2 | 32,1 | 7,2 | 34 | 17,7 | 43,1 | 25,4 | 34 | 36,5 |
| | 10a | 5 | 15 | 65,8 | 18,7 | 75 | 34,7 | 81,3 | 48,6 | 75 | 78,4 |

Tabelle 3.4: Arterieller Sauerstoffpartialdruck (PaO₂) und dynamische Compliance (C_{dyn}) vor und nach Reopening

3.5.2 Die wichtigsten Kontrollvariablen

Die wichtigsten Kontrollvariablen der fünf Patienten zum Messzeitpunkt 10 sind in der Tabelle 3.5 aufgeführt. Zum Vergleich ist der Mp9 mit angegeben.

| Var. | Mp | Gültig | Fehl. | Mw. | Stabw. | Median | Min. | Max. | Perzentile: | | |
|-------------------|-----|--------|-------|------|--------|--------|------|------|-------------|------|------|
| | | | | | | | | | 25 | 50 | 75 |
| PaCO ₂ | 9 | 18 | 2 | 37.9 | 4.6 | 37.9 | 31.9 | 49.5 | 33.9 | 37.9 | 40.8 |
| | 10a | 5 | 15 | 35.6 | 4 | 36.2 | 31.1 | 40.4 | 31.6 | 36.2 | 39.5 |
| etCO ₂ | 9 | 18 | 2 | 34 | 5 | 33 | 27 | 43 | 30 | 33 | 37 |
| | 10a | 5 | 15 | 32 | 5 | 34 | 25 | 36 | 27 | 34 | 36 |
| VCO ₂ | 9 | 14 | 6 | 185 | 38 | 173 | 139 | 280 | 162 | 173 | 211 |
| | 10a | 2 | 18 | 170 | 6 | 170 | 165 | 174 | 165 | 170 | - |
| HF | 9 | 18 | 2 | 68 | 12 | 67 | 45 | 98 | 60 | 67 | 75 |
| | 10a | 5 | 15 | 62 | 13 | 61 | 44 | 77 | 50 | 61 | 74 |
| MAP | 9 | 18 | 2 | 84 | 16 | 84 | 57 | 113 | 71 | 84 | 97 |
| | 10a | 5 | 15 | 75 | 15 | 69 | 64 | 100 | 65 | 69 | 88 |
| HZV | 9 | 18 | 2 | 6.5 | 1.6 | 6.1 | 4.3 | 10.5 | 5.5 | 6.1 | 7.2 |
| | 10a | 4 | 16 | 5.9 | 1.5 | 5.9 | 4 | 7.7 | 4.5 | 5.9 | 7.3 |
| MPAP | 9 | 17 | 3 | 26 | 6 | 24 | 17 | 37 | 20 | 24 | 32 |
| | 10a | 5 | 15 | 25 | 5 | 23 | 20 | 32 | 22 | 23 | 29 |

Tabelle 3.5: Die wichtigsten Kontrollvariablen

3.6 Röntgenkontrolle im Aufwachraum

Die Röntgenaufnahme des Thorax zeigte bei allen Patienten eine regelrechte Lage des zentralen Venenkatheters (± 2 cm) und seiner Schleuse. Der Pulmonalarterienkatheter war zu diesem Zeitpunkt schon entfernt. Es wurde kein Pneumothorax diagnostiziert.

4 DISKUSSION

Die Lungenfunktionsprüfung der Patienten im Rahmen der Voruntersuchungen ergab eine der Norm entsprechende Lungenfunktion während Spontanatmung. Die vor Beginn der Studie durchgeführte orientierende echokardiographische Untersuchung des Herzens und der großen Gefäße schloss kardiale Vorerkrankungen aus. Bei dem Patientenkollektiv handelte es sich demnach um herz- und lungengesunde, aber krankhaft übergewichtige Personen.

4.1 Diskussion der Effektvariablen PaO₂ und Compliance

Die alveoläre Rekrutierungsstrategie verbesserte die Lungenfunktion bei Patienten mit Adipositas permagna. Präoperativ ohne sowie intraoperativ mit Capnoperitoneum erhöhte die ARS den arteriellen Sauerstoff-Partialdruck und die dynamische Compliance signifikant.

4.1.1 Präoperativer Studienteil ohne Capnoperitoneum

Die Umrechnung des während Spontanatmung unter Raumluft ($FiO_2 = 0,21$) gewonnenen PaO₂ auf eine FiO₂ von 0,4 erlaubte den direkten Vergleich der Oxygenierung der Patienten vor und nach Narkoseeinleitung. Nach Narkoseeinleitung sank der PaO₂ um 26%, was auf eine Störung des Gasaustausches durch die Narkose hinweist. Verantwortlich hierfür war die Entstehung von Atelektasen begleitet von einem Missverhältnis von Ventilation und Perfusion (Hedenstierna et al. 1986). Die Patienten befanden sich in horizontaler Rückenlage auf dem Operationstisch. Durch die Anästhesie und Muskelrelaxierung konnten sie dem durch das Übermaß an Fettgewebe erhöhten Druck auf Thorax und Diaphragma nicht mehr aktiv entgegenwirken, so dass als Folge der transpulmonale Druck sank.

Während reine PEEP-Beatmung in normalgewichtigen Patienten kontroverse Ergebnisse lieferte (Pelosi et al. 1999, Tusman et al. 1999), führte die Beatmung mit positiven endexpiratorischen Drücken in adipösen Patienten zu einer signifikanten Verbesserung des PaO₂ (Salem et al. 1978). Ähnliche Effekte waren auch in dieser Studie zu beobachten. Mit schrittweiser Erhöhung des PEEP von 0 auf 15 cmH₂O erhöhte sich der PaO₂ unter einer FiO₂ von 0,4 um 18,7 mmHg. Ebenso stieg die dynamische Compliance annähernd linear zur PEEP-Erhöhung bis zum Mp4 um 12 ml/cmH₂O an. Die end-expiratorische Druckerhöhung in den Atemwegen führte zu einer partiellen Re-Expansion der Atelektasen. Erst durch Rekrutierung mit einem Atemwegsspitzenruck bis zu 50 cmH₂O auf einem PEEP-Niveau von 15 cmH₂O konnten schließlich kollabierte Lungenareale für den Gasaustausch wiedergewonnen werden. Durch die intrapulmonale Druckerhöhung während des Rekrutment-Manövers stieg der inspiratorische Atemwegswiderstand um 19%; die Compliance nahm weiter zu ($54,1 \pm 13,8$ ml/cmH₂O).

Man kann die pulmonale Compliance unter Rekrutierungsbedingungen als Summe zweier Komponenten betrachten. Einerseits verbessert sich die Compliance durch das Eröffnen zuvor kollabierter Alveolen, andererseits kommt es durch Überdehnung bereits ventilierter Lungenbereiche zu einer Abnahme der Lungendehnbarkeit. Das Resultat ist je nach dominierendem Zustand entweder ein Anstieg oder eine Abnahme der C_{dyn} . Je stärker die Compliance bei steigenden Drücken abfällt (*overdistension*), desto sicherer kann man davon ausgehen, dass es zuvor zu einer annähernd vollständigen Rekrutierung der Lunge gekommen sein musste. Es ist somit anzunehmen, dass Patienten mit Adipositas permagna in Rückenlage zum vollständigen Öffnen der Lunge höhere Atemwegsdrücke als die hier verwendeten (PEEP = 15 cmH₂O, PIP = 50 cmH₂O) benötigen, da lediglich bei einem Patienten eine Verschlechterung der Compliance während ARS eintrat.

Nach Rekrutment stiegen die dynamische Compliance und der arterielle Sauerstoffpartialdruck signifikant an. Die ARS führte also zu einem Zugewinn an Gasaustauschfläche. Dieser Anstieg des PaO₂ (43,2 mmHg) war mehr als doppelt so groß wie der vorherige Anstieg nur durch Erhöhung des PEEP alleine. Der weitere Anstieg der C_{dyn} nach Rekrutment beruhte wahrscheinlich hauptsächlich auf Entlastung der *overdistension* durch Herabsetzen des inspiratorischen Spitzendruckes. Auf einem PEEP-Niveau von 15 cmH₂O nach ARS (Mp6) erreichten sowohl der PaO₂ als Effektvariable zur Beurteilung des Gasaustausches als auch die Compliance als Parameter zur Beschreibung der Lungenmechanik ihre höchsten Werte (172,9 ±52,1 mmHg u. 56,1 ±13,1 ml/cmH₂O). Die Lungenfunktion der Patienten hat sich durch das Rekrutment mit anschließender PEEP-Beatmung deutlich verbessert.

PEEP-Reduzierung auf 10 cmH₂O führte zum erneuten Kollaps von Alveolen, der sich sowohl in einer Verschlechterung der Oxygenierung als auch in einem Abfall der dynamischen Compliance manifestierte. Entgegen der Beobachtungen von Tusman et al. (2002) reichte bei dieser Studie ein PEEP von 10 cmH₂O nicht aus, um die Lungen übergewichtiger Patienten nach ARS offenzuhalten. Der Grund hierfür mag im unterschiedlichen Schweregrad des Übergewichts der untersuchten Patienten liegen. Während die Gruppe um Tusman (2002) Patienten mit einem BMI zwischen 30 und 40 kg/m² (Adipositas Grad 2) untersuchte, lag der BMI der Patienten dieser Studie bis auf eine Ausnahme (36,8 kg/m²) zwischen 42 und 71 kg/m² (Adipositas Grad 3).

Die Analyse der Ergebnisse des präoperativen Studienteils ergab, dass ein PEEP von mindestens 15 cmH₂O appliziert werden muss, um die Lunge von Patienten mit Adipositas permagna in Rückenlage offenzuhalten. Nach der Intervention kam es, weder bei Betrachtung des PaO₂ noch der Compliance, zu einem Plateau der Graphen. Somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass zum Mp6 schon ein beginnender Alveolarkollaps stattgefunden hat. Möglicherweise kann mit einem höheren PEEP (>15 cmH₂O) nach ARS ein noch besserer Zustand der Lunge erreicht werden.

Das Reopening mit anschließendem Offenhalten der Lunge gelang im präoperativen Teil der Studie aufgrund des engen Zeitplans der Chirurgen nur in den unter 3.5 dargestellten Patienten. Bei vier der fünf Patienten wurde die Lunge erfolgreich wiedereröffnet und mit einem PEEP von 15 cmH₂O offengehalten. In einem Fall wurde bis zu 19 Minuten lang der Zustand der „Offenen Lunge“ studiert. Bei den anderen drei Patienten konnte die *open-lung-condition* wegen des Zeitdrucks der Chirurgen nur über wenige Minuten aufrechterhalten werden.

Eine Patientin (Pat.-Nr. 19) reagierte nach allen durchgeführten Rekrutierungs-Manövern mit einer Verschlechterung des PaO₂. Die dynamische Compliance stieg nach Rekrutierung zum Mp6 nur leicht an, nach Reopening im ersten Studienteil stieg sie im Vergleich zum Mp9 zwar um 46% an, dieser Anstieg beruht jedoch sehr wahrscheinlich auf der alleinigen PEEP-Erhöhung von 0 auf 15 cmH₂O. Ein identischer Anstieg war ebenfalls beim Vergleich von Mp6 (15 cmH₂O PEEP) mit Mp1 (ZEEP) zu beobachten. Eine besonders schwere Form der Adipositas permagna lag nicht vor (BMI = 43 kg/m²). Bei der Patientin war zwar ein Nikotinabusus bekannt, der unter Raumluft gewonnene PaO₂ lag jedoch mit 82,8 mmHg im oberen Normbereich. Es wird deutlich, dass in diesem Fall der Alveolarkollaps nicht therapiert werden konnte. Die Verschlechterung der Lungenfunktion nach dem Rekrutment-Manöver beruhte vermutlich auf einer weiteren Verschiebung des V/Q-Verhältnises auf die Seite der Perfusion: offene Alveolen wurden überdehnt und nicht mehr perfundiert, als Folge erhöhte sich die Perfusion minder- und nicht ventilierter Lungenareale. Es resultierte ein erhöhter intrapulmonaler Shunt mit Beeinträchtigung des Gasaustausches. Durch die Inhomogenisierung des Parenchyms verschlechterte sich in diesem Fall die dynamische Compliance.

4.1.2 Intraoperativer Studienteil mit Capnoperitoneum

Der bei Patienten mit Adipositas permagna ohnehin erhöhte intraabdominelle Druck während Narkose (Pelosi et al. 1997) wurde durch Anlage des Capnoperitoneums nur noch geringfügig weiter erhöht. In einer Studie von Sugerman et al. (1997) lag der in Narkose gemessene intraabdominelle Druck in übergewichtigen Patienten in Rückenlage bei $18 \pm 0,7$ cmH₂O (= $17,6 \pm 0,69$ mbar). Der in unserer Studie ermittelte IAP bewegte sich über den gesamten Operationszeitraum zwischen 16 ± 6 und 21 ± 2 mbar. Verantwortlich für die relativ niedrigen intraabdominellen Drücke mag die für die Operation erforderliche Anti-Trendelenburg-Position gewesen sein. Durch Erhöhung des Oberkörpers wurde eine Druckentlastung des Intrathorakalraumes geschaffen, da das Bauchfett und die intraperitoneal gelegenen Organe der Schwerkraft folgend eher Zug als Druck auf das Diaphragma ausübten. So wurde möglicherweise zum Teil der intraabdominellen Druckerhöhung durch das Capnoperitoneum entgegengewirkt. Die Erklärung stützt sich auf eine Studie von Pelosi et al. (1996a), in der eine Verbesserung der Lungenfunktion in übergewichtigen Patienten durch Wechsel von Rückenlage in Bauchlage erreicht wurde. Sie beobachteten eine signifikante Erhöhung von FRC, Lungencompliance und PaO₂ nach Lagewechsel und erklärten dies durch eine Druckentlastung des Diaphragmas. Fahy et al. (1995) verglichen in einer Studie während laparoskopischer Chirurgie den Effekt von Trendelenburg- und Anti-Trendelenburg-Lagerung auf die Lungenmechanik. Zusammenfassend schlossen sie u. a. aus ihren Ergebnissen, dass die pulmonalen Effekte des erhöhten intraabdominellen Drucks während Laparoskopie in Anti-Trendelenburg-Position geringer ausgeprägt sind als in horizontaler oder Trendelenburg-Position.

Trotz des nur geringfügig erhöhten intraabdominellen Drucks nach Anlage des Capnoperitoneums lagen die Atemwegsdrücke während des laparoskopischen Eingriffs höher als präoperativ im ersten Teil der Studie. Der Spitzendruck lag während Laparoskopie um $23 \pm 5,9$ %, P_{plat} um $13 \pm 4,6$ % höher. In der Literatur sind Anstiege der Atemwegsdrücke unter Capnoperitoneum sowohl in übergewichtigen als auch in normalgewichtigen Patienten beschrieben (Dumont et al. 1997, Luiz et al. 1992).

Nach Anlage des Capnoperitoneums zu Beginn des intraoperativen Studienteils betrug der PaO₂ $123,9 \pm 35,1$ mmHg. Er lag um 12,9 mmHg höher als zum vergleichbaren Messzeitpunkt ohne Capnoperitoneum. Trotz intrapulmonaler Drucksteigerung verschlechterte sich der Gasaustausch nicht. Die Compliance betrug hier $25,1 \pm 5,4$ ml/H₂O. Im Vergleich zu Mp1 sank sie um 17 % ($5,3$ ml/H₂O). Durch PEEP-Erhöhung stiegen sowohl PaO₂ als auch C_{dyn} kontinuierlich an. Während jedoch der Sauerstoffpartialdruck erst bei einem PEEP von 15 cmH₂O merklich anstieg, lag die dynamische Compliance bei 10 cmH₂O PEEP (Mp13) mit $45,15 \pm 9,23$ schon um 80% über dem

bei ZEEP gemessenen Wert. Der PaO_2 war zum Mp13 erst um 5% angestiegen. Demnach verbesserte sich anfangs durch die PEEP-Erhöpfung nur die Lungenmechanik, während der Gasaustausch annähernd unverändert blieb. Bei Beatmung kleiner Lungenvolumina mit großen Tidalvolumina kommt es zum Phänomen des *tidal-rekrutment* (Verbrugge und Lachmann 1999). Zum Zeitpunkt der Inspiration öffnen sich zuvor geschlossene Alveolen und können am Gasaustausch teilnehmen, bis sie bei Expiration wieder kollabieren. Dieses zyklische Öffnen und Schließen von Alveolen stellt für die Lunge mechanisch eine ungünstige Situation dar, und kann bei unveränderter Beatmung über einen längeren Zeitraum zum *ventilator-induced lung injury* (VILI) führen (D'Angelo et al. 2002). Eine Erhöhung des PEEP verhindert vorerst den expiratorischen Kollaps der bei Inspiration rekrutierten Alveolen, bevor neue kollabierte Alveolen eröffnet werden (Böhm et al. 1998). Dies führte zu einer Verbesserung der Compliance, aber zu keinem Zugewinn von Gasaustauschfläche. Erst bei einem PEEP von 15 cmH_2O war ein größerer Anstieg des PaO_2 zu verzeichnen. Hier wurden schließlich durch den konsekutiv mit erhöhten inspiratorischen Spitzendruck neue Alveolen eröffnet, die dann dem Gasaustausch zur Verfügung standen.

Während Rekrutierung erreichte der Atemwegsspitzenruck nur bei elf Patienten den angestrebten Wert von $60 \pm 1,3 \text{ cmH}_2\text{O}$ (58-62 cmH_2O). Bei den restlichen acht untersuchten Patienten lag der PIP bei $51 \pm 3,5 \text{ cmH}_2\text{O}$ (45-57 cmH_2O). Während im ersten Studienteil nur bei einem Patienten eine Abnahme der C_{dyn} unter Rekrutierung registriert wurde, zeigten unter Capnoperitoneum fast die Hälfte aller Patienten (9 von 19) eine vorübergehende Reduktion der Compliance. Demnach kam es bei neun Patienten zu einer *overdistension* und man kann von einer annähernd vollständigen Rekrutierung der Atelektasen ausgehen. Von den neun Patienten wurden acht mit einem Spitzendruck von $60 \pm 1,3 \text{ cmH}_2\text{O}$ rekrutiert und ein Patient mit einem PIP von 52 cmH_2O . Zwischen dem während Intervention erreichten PIP und dem Anstieg der dynamischen Compliance bestand eine negative Korrelation. Somit ist die Vollständigkeit oder der Erfolg der Rekrutierung abhängig von der Höhe des applizierten Atemwegsspitzenruckes. Eine Korrelation zwischen BMI und Anstieg der Compliance konnte nicht nachgewiesen werden. Im Mittel aller Patienten stieg C_{dyn} bei Rekrutierung weiter an. Trotz Rekrutierung mit höheren Atemwegsdrücken als in der Einleitung (PEEP = 20 cmH_2O , PIP = 60 cmH_2O) kam es auch hier bei der Mehrzahl der Patienten zu einer vermutlich unvollständigen Rekrutierung der Lunge mit zumindest teilweise persistierendem Alveolarkollaps.

Nach ARS bei 20 cmH_2O PEEP (Mp17) erreichten PaO_2 und Compliance ihre maximalen Werte (172,5 \pm 48,5 mmHg, 53,1 \pm 11,8 ml/ cmH_2O). Der Anstieg beider Variablen im Vergleich zu Mp15 war signifikant. Die ARS führte auch im zweiten Studienteil zu einer Verbesserung der

Lungenfunktion. Die Rekrutierung der Atelektasen vergrößerte die Gasaustauschfläche und führte zu einer besseren Dehnbarkeit der Lunge. Ähnlich wie im ersten Studienteil muss man jedoch in Betracht ziehen, dass der optimale Zustand der Lunge nicht erreicht wurde. Auch hier kam es nach Rekrutment zu keinem Plateau der Graphen der Effektvariablen (PaO_2 und C_{dyn}). Somit besteht die Möglichkeit eines schon stattgehabten Alveolarkollapses unmittelbar nach erfolgtem Rekrutment-Manöver. Der *optimale* PEEP zum Offenhalten der Lungen bei Patienten mit Adipositas permagna in Anti-Trendelenburg-Position unter Capnoperitoneum beträgt somit möglicherweise mehr als 20 cmH_2O .

Beim Reopening-Manöver (Mp22) wurde im Unterschied zum ARS bei Mp16 ausgehend von 0 cmH_2O PEEP mit dem Rekrutment begonnen. Der Vergleich „vor ARS - nach ARS“ ist nicht aussagekräftig, da eine alleinige PEEP-Erhöhung von 0 auf 20 cmH_2O ebenfalls einen positiven Effekt auf die Lungenfunktion gehabt hätte (siehe Mp11-Mp15). Wichtig war in diesem Zusammenhang aber hauptsächlich, ob nach Reopening der vorher ermittelte *optimale* PEEP die Lunge offenhalten und einen erneuten Alveolarkollaps verhindern kann. Die Analyse der Daten ergab, dass die Lungen erfolgreich wiedereröffnet und mit einem PEEP von 20 cmH_2O bis zum Operationsende offengehalten werden konnten, weil die Absolutwerte des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes und der dynamischen Compliance nach Reopening sogar deutlich über den Werten zum Mp17 lagen. Die *open-lung-condition* konnte aufgrund des Zeitdrucks der Chirurgen nicht ausreichend lange beobachtet werden, so dass eine abschließende Beurteilung darüber nicht möglich ist, wie lange dieser optimierte Zustand der Lunge aufrechterhalten werden kann.

4.2 Diskussion des CO_2 -Austausches

Der PaCO_2 lag zum Mp11 um 3,5 mmHg höher als zum vergleichbaren Messpunkt in der Einleitung. Dieser Anstieg beruhte auf der intraperitonealen Kohlendioxid-Insufflation durch die Laparoskopie. Ein signifikanter Anstieg des PaCO_2 während laparoskopischer Operationen mit Capnoperitoneum wurde bereits von verschiedenen Autoren beschrieben (Luiz et al. 1992, Dumont et al. 1997, Rist u. Köckerling 1998). In der vorliegenden Studie lag der unter Capnoperitoneum gemessene PaCO_2 im Mittel um $6,5 \pm 2,1$ mmHg ($17 \pm 6\%$) höher als im präoperativen Studienteil. Es wurde - außer während der Rekrutierung - ein konstantes Atemminutenvolumen appliziert. Eine klinisch relevante Hyperkapnie trat während der gesamten Studie nicht ein.

Die ARS bei Laparoskopien führt nicht nur zu einer kurzzeitigen Hyperventilation mit forciertem Kohlendioxid-Abtransport während des Manövers, sondern auch zu einer verbesserten CO_2 -Eliminierung in *open-lung-condition* nach Rekrutierung. Der expiratorische CO_2 -Fluss blieb im

ersten Studienteil unbeeinflusst vom PEEP-Niveau stabil zwischen $174,3 \pm 34,1$ und $185 \pm 37,9$ ml/min. Nur während Rekrutierung und zum Mp6 (*open-lung-condition*) stieg er deutlich an. Zum Messzeitpunkt 6 bei 15 PEEP betrug der VCO_2 $209,7 \pm 33,9$ ml/min bei einem gleichzeitig gesunkenen PaCO_2 auf $35,5 \pm 4,6$ mmHg. Atelektasen verursachen einen pulmonalen Rechts-Links-Shunt (Hedenstierna et al. 1986). Durch das Öffnen kollabierter Lungenareale mit konsekutiver Effizienzsteigerung der Ventilation ist der Shuntanteil am HZV gesunken und der physiologische Totraum reduziert worden. Daraus resultiert eine Verbesserung des CO_2 -Abtransportes mit Erhöhung des VCO_2 . Unter Capnoperitoneum, mit Ausnahme des Rekrutierungsmanövers selbst und anschließendem Offenhalten der Lunge (Meßpunkte 16, 17, 22 u. 22a), lag VCO_2 nur leicht über den in der Einleitung gemessenen Werten und stieg über die Dauer der Laparoskopie annähernd linear um $34,1$ ml/min an. Vor Rekrutierung lag VCO_2 bei $209,6 \pm 37$ ml/min hinterher in *open-lung-condition* betrug er $251,6 \pm 38,9$ ml/min; das ist ein Anstieg von 20%. Die Anreicherung von Kohlendioxid im Blut während Laparoskopien hängt nicht allein von der zellulären CO_2 -Produktion sondern auch von der Resorption des Gases aus dem Intraoperitonealraum ab. Im Vergleich der beiden Studienteile miteinander imponiert ein annähernd identischer Verlauf der CO_2 -Kurve. Im intraoperativen Teil hat sich aufgrund erhöhter CO_2 -Last durch das Capnoperitoneum ein steady state auf höherem Niveau eingestellt.

4.3 Diskussion der Hämodynamik

Hämodynamisch kam es über die Dauer des gesamten ersten Studienteils bei keinem der untersuchten Patienten zu Komplikationen. Der mittlere arterielle Druck, MPAP und das Herzzeitvolumen, bewegten sich auch während der Interventionen in klinisch unbedenklichen Grenzen. Die TEE protokollierte eine regelrechte Funktion des Herzens. Bei Rekrutierung sank die Vorlast des linken Ventrikels leicht, während die Füllungsdrücke (PAOD, ZVD) stiegen. Die Durchführung der ARS hatte keine erkennbar negativen Effekte auf die Hämodynamik.

Die Effekte der intrathorakalen Druckerhöhung auf die Hämodynamik waren während des zweiten Studienteils bei zwei Patienten (Pat.-Nr. 8 und Pat.-Nr. 15) etwas deutlicher ausgeprägt als im ersten Teil. Beim Rekrutierungs-Manöver (Mp16) kam es zu einer Hypotonie mit grenzwertig niedrigen arteriellen Mitteldrücken (36 bzw. 38 mmHg), so dass die ARS in diesen zwei Fällen vorzeitig abgebrochen werden musste. Die beiden Patienten hatten seit Beginn der Narkose ein Volumendefizit, das sich durch die Gabe kolloidaler Lösungen nicht deutlich verbesserte. Der zentrale Venendruck lag initial etwa 20% unter dem mittleren ZVD dieses Patientenkollektivs.

Die übrigen Patienten entwickelten zu keinem Zeitpunkt der Messungen hämodynamische Probleme, die einer medizinischen Intervention bedurften. Die Herzfrequenz lag im Mittel um 5-10

Schlägen pro Minute über der im präoperativen Studienteil gemessenen. Der durch die chirurgische Intervention ausgelöste Stress verursachte einen erhöhten Sympathikotonus. Ebenso nahmen die arteriellen Drücke höhere Werte an und reagierten insgesamt sensibler auf die Veränderungen der intrapulmonalen Druckverhältnisse. Der MPAP lag leicht unter den in der Einleitung gemessenen Werten und änderte sich trotz PEEP-Erhöhung kaum. Vermutlich ist dies Folge der durch die Anti-Trendelenburg-Lagerung verursachten intrathorakalen Druckentlastung. Das HZV blieb durchgehend stabil. Nur während Rekrutment fiel es bis auf $5,6 \pm 1,3$ l/min ab. Nach der ARS fiel der pulmonalarterielle Mitteldruck trotz eines PEEP von 20 cmH₂O (Mp17) leicht ab. Dies deutet auf eine Blutumverteilung im Thorax hin. Vor Rekrutment bei gleichem PEEP kam es zur Dehnung der oben liegenden Lungenbezirke. Die gedehnten Alveolen führten durch Kapillarkompression zur Verkleinerung der pulmonalen Endstrombahn, und der pulmonale vaskuläre Widerstand stieg zum Mp15 bis auf $131,6 \pm 31,8$ dyn·s·cm⁻⁵ an (siehe 3.4.10). Die Rekrutierung führte zu einem erhöhten Sauerstoffangebot in den zuvor kollabierten Alveolen und so zu einer Verminderung oder Aufhebung der hypoxischen Vasokonstriktion (Thews 2000) in den abhängigen Arealen. Dieses Phänomen bewirkte eine Abnahme des PVR und die erwünschte pulmonalarterielle Drucksenkung.

Der MAP sank bei Rekrutierung auf 74 ± 20 mmHg ab, was ebenfalls Hinweis auf eine *overdistension* der Lunge ist. Die Analyse der TEE ergab eine Abnahme der enddiastolischen Fläche des linken Ventrikels (EDA) während der Intervention. Cheung et al. (1994) zeigten, daß die EDA zur Beurteilung der Vorlast besser geeignet ist als die Füllungsdrücke ZVD und PAOD. Demnach führte die kurzzeitige *overdistension* der Lunge zur Abnahme der Vorlast des linken Ventrikels mit resultierendem kleineren Schlagvolumina, womit sich die Abnahme des arteriellen Druckes erklären lässt. Nach der Intervention sank der PVR auf $111,9 \pm 52,5$ dyn·s·cm⁻⁵. Die in *open-lung-condition* verbesserte Ventilation und Perfusion des nun weitgehend homogen belüfteten Lungengewebes entlastete das rechte Herz, und trotz des erhöhten intrathorakalen Druckes blieb die Herzfunktion unbeeinträchtigt.

Das Reopening war hämodynamisch eine größere Belastung für die Patienten. HZV und MAP fielen stärker ab, der MPAP stieg sogar deutlich an. Dies war auf die sprunghafte starke Drucksteigerung von 0 auf 20 PEEP mit gleichzeitigem Anstieg des inspiratorischen Spitzendruckes zurückzuführen, bei der die Kompensationsmechanismen des kardiovaskulären Systems zur Aufrechterhaltung eines suffizienten Schlagvolumens erst verzögert einsetzten.

4.4 Herzzeitvolumenberechnung mittels TEE

Für die echokardiographische Berechnung des HZV, die auf der Planimetrie des 2D-dargestellten linken Ventrikels aufbaut, ergeben sich eine Reihe von Limitationen, die abhängig sind, zum einen von der Erfahrung des Untersuchers, zum anderen von der Einhaltung von Untersuchungsstandards. Bereits geringste Abweichungen in der Planimetrie des linken Ventrikels führen über die Berechnung der Volumina mittels Scheibchensummationsmethode und daraus möglicher Schlag- und Herzzeitvolumenberechnung zu deutlich differenten absoluten Werten. Alle aufgeführten Berechnungen setzen die optimale Detektion der Endokardgrenze voraus. Die sowohl durch Adipositas als auch durch PEEP-Beatmung veränderte Anatomie mit Abnahme des Wandkontaktes und damit reduzierten Schallbedingungen erschwerte die optimale Darstellung der Endokardgrenze. Dieser Fehler wirkt sich geringer auf die enddiastolische, jedoch stärker auf die endsystolische Messung des linksventrikulären Volumens aus. Die endsystolische Endokardgrenze wird meist nicht zentral genug planimetriert, so dass eine ungleiche Unterschätzung des EDV und ESV und damit eine systematische Unterschätzung des Schlagvolumens resultiert (Erbel et al. 1981). Ein weiterer systematischer Fehler liegt darin, dass der linke Ventrikel meist nur tangential, d.h. aufgrund der Anatomie meist ohne den apex cordis, darstellbar ist. Auch hieraus resultiert eine Volumenunterschätzung. Es sollten daher weniger die absoluten Werte betrachtet werden als vielmehr der Verlauf der systolischen linksventrikulären Funktion, der den durch den Pulmonalkatheter berechneten Werten weitgehend entspricht.

Die verfahrenstechnisch genauere echokardiographische Methode zur Berechnung des Schlag- und damit auch des Herzzeitvolumens, welche transgastrisch anhand der Kontinuitätsgleichung durch Berechnung der Aortenklappenöffnungsfläche multipliziert mit dem systolischen Blutstrom, erfolgt, war operationsbedingt für diese Studie nicht möglich. Prinzipiell bietet die TEE bei diesem speziellen Operationsverfahren und Patientengut wenig Vorteile und unterliegt wesentlichen Limitationen (s.o.), so dass ein Monitoring hiermit nicht generell sinnvoll erscheint.

4.5 Ausblick

Um die klinische Anwendung der Alveolären Rekrutierungsstrategie bzw. des Open-Lung-Concept weiter zu etablieren und zu optimieren, scheinen weitere Untersuchungen notwendig. In zukünftigen Arbeiten sollte besonderer Wert auf die Definition eines erfolgreichen Rekrutments gelegt werden. Wie kann man Rekrutment genau messen? Zum Online-Monitoring der Lungenventilation und zur qualitativen Beurteilung des Rekrutments gibt es erste vielversprechende Studien über den Einsatz der sogenannten elektrischen Impedanz-Tomographie (*electrical impedance tomography, EIT*). An Schweinen konnte gezeigt werden, daß die EIT eine geeignete Methode zum Messen von Rekrutment bzw. De-Rekrutment ist (Kunst et al. 2000).

Die vorliegende Studie verdeutlichte unter anderem, dass unter systematischer PEEP-Titration sequenziell erhobene PaO₂- und Compliance-Messungen verlässliche Parameter zur Beurteilung von Alveolarkollaps und Rekrutierung sind. Die diskontinuierliche arterielle Blutgasanalyse ist jedoch ein invasives und aufwendiges Verfahren zur Einschätzung des pulmonalen Gasaustausches. Möglicherweise könnten genauere Untersuchungen der Atemgase zukunftsweisende Aufschlüsse über ein Monitoring der Effektivität des Gasaustausches liefern. In dieser Studie konnte man z.B. genauer erkennen, daß CO₂ eine wesentliche Rolle auf diesem Gebiet spielt. Die dynamische Compliance wird heutzutage schon vom Beatmungsgerät *servo i* (Siemens, Elema, Solna, Schweden) durch das *Open-Lung-Tool* online angezeigt. Eine Verknüpfung verschiedener Variablen könnte das Rekrutment-Phänomen besser beschreiben als dies Einzelparameter bisher vermögen.

In weiteren klinischen Studien wäre es sinnvoll, eine kleinstufigere PEEP-Titration (2 cmH₂O) zur Bestimmung des *optimalen* PEEP vorzunehmen und den Zustand der offenen Lunge über einen längeren Zeitraum zu studieren. Ebenso wäre es wichtig, Behandlungs-Schemata zur Durchführung der ARS zu erstellen, die auf den BMI, das Krankheitsbild oder die Lagerungssituation des Patienten abgestimmt sind.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Patienten mit Adipositas permagna zeigen während Allgemeinanästhesie eine besonders starke Einschränkung der Lungenfunktion durch Bildung von Atelektasen mit resultierendem pulmonalen Rechts-Links-Shunt.

Die vorliegende Studie dient der Optimierung der Lungenfunktion in Narkose und untersucht, ob der Alveolarkollaps durch die Anwendung der Alveolären Rekrutierungs-Strategie (ARS) überwunden werden und ein erneutes Kollabieren der Alveolen durch einen ausreichend hohen PEEP verhindert werden kann.

Es wurden 20 herz- und lungengesunde Patienten mit Adipositas permagna in die Studie eingeschlossen, die sich einem laparoskopischen *gastric banding* zur dauerhaften Gewichtsreduktion unterzogen. Jeder Messzeitpunkt dauerte drei Minuten. Der PEEP wurde stufenweise um jeweils 5 cmH₂O bis zu einem PEEP von 15 (präoperativ) bzw. 20 cmH₂O (intraoperativ mit Capnoperitoneum) erhöht. Zur Rekrutierung wurde bei einem PEEP von 20 cmH₂O ein Atemzugvolumen von 1400 ml eingestellt. Die zuvor eingestellten Druckgrenzen von 50 (präoperativ) bzw. 60 cmH₂O (intraoperativ) wurden nicht überschritten. Zu jedem Messzeitpunkt, außer während der Rekrutierung, wurden Blutgase bestimmt und die Lungenmechanik analysiert. Nach ARS wurde der PEEP wieder schrittweise gesenkt. Zum Offenhalten der Lunge nach Reopening wurde der zuvor bestimmte *optimale* PEEP eingestellt.

Die ARS verbesserte die Lungenfunktion der untersuchten Patienten, der arterielle Sauerstoffpartialdruck und die dynamische Compliance stiegen signifikant. Es kam zu keinen schwerwiegenden Komplikationen. Hämodynamisch tolerierten die Patienten die ARS gut. Im präoperativen Studienteil lag der PEEP zum Offenhalten der Lunge bei 15 cmH₂O, intraoperativ unter Capnoperitoneum lag er bei 20 cmH₂O.

Es ist nicht auszuschließen, dass man mit höheren Drücken (PEEP, PIP) während der Rekrutierung und einem höheren PEEP zum Offenhalten der Lunge eine noch bessere Lungenfunktion erreichen kann.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Adams JP, Murphv PG: Obesity in anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth* 2000; 85: 91-108

Appelgren LK, Panuska J, Tsueda K: Mechanisms behind a transient PaO₂ drop after laparotomy in the obese patient. *Acta Anaesthesiol Scand* 1981; 572:37:00

Badenhoop K, Usadel K-H: Adipositas: Unterschätztes gesundheitspolitisches Problem. *Dtsch Ärztebl* 2003; 100: 1132

Bardoczky GI, Yernault J-C, Houben J-J, d'Hollander AA: Large tidal volume ventilation does not improve oxygenation in morbidly obese patients during anaesthesia. *Anaesth Analg* 1995; 81: 385-88

Bein TH, Reber A: Atelectasen während Anästhesie und Intensivbehandlung - Entstehungsmechanismen und Therapiemöglichkeiten. *Anästhesie und Intensivmedizin* 1999; 6: 477-86

Bender R, Trautner C, Spraul M, Berger M: Assessment of excess mortality in obesity. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 42-48

Bendixen HH, Hedley-Whyte J, Laver MB: Impaired oxygenation in surgical patients during general anaesthesia with controlled ventilation. *N Engl J Med* 1963; 269: 991-6

Benumhof JL, Wahrenbrock EA: Local effects of anaesthetics on regional hypoxic pulmonary vasoconstriction. *Anesthesiology* 1975; 43: 525-32

Bjertnaes LJ: Hypoxia-induced vasoconstriction in isolated perfused lungs exposed to injectable or inhalational anesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1977; 21: 133-47

Böhm SH, Lachmann B: Respiratorische Therapiemaßnahmen. In: Lasch HG, Lenz K, Seeger W (Hrsg.): *Lehrbuch der internistischen Intensivtherapie* (3. Auflage). Schattauer, Stuttgart - New York 1997; S. 35-85

Böhm SH, Vazquez de Anda GF, Lachmann B: The Open Lung Concept. In: Vincent JL (Hrsg.) Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine. Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1998; S. 430-40

Bray GA: Pathophysiology of obesity. Am J Clin Nutr 1992; 55: 488S-494S

Bray GA: Complications of obesity. Ann Intern Med 1985; 103: 1052-62

Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, Strandberg Å, Svensson L, Tokics L: Pulmonary densities during anaesthesia with muscular relaxation - A proposal of atelectasis. Anesthesiology 1985; 62: 422-8

Burchardi H: Pathophysiologie und Diagnostik der Lungenfunktion in Anästhesie und Intensivmedizin. In: Frey R, Hügin W, Mayrhofer O (Hrsg.): Lehrbuch der Anästhesiologie und Wiederbelebung (5. Auflage). Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1992; S. 275-333

Cadiere GB, Himpens J, Hainaux B, Gaudissart Q, Favretti S, Segato G: Laparoscopic adjustable gastric banding. Semin Laparosc Surg 2002; 9(2): 105-14

Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW: Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. N Engl J Med 1999; 341: 1097-105

Campbell EJM, Nunn JF, Peckett BW: A comparison of artificial ventilation and spontaneous respiration with particular reference to ventilation-blood-flow relationships. Br J Anaesth 1958; 30: 166

Cheung AT, Savino JS, Weiss SJ, Aukburg SJ, Berlin JA: Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. Anesthesiology 1994; 81: 376-87

Craig DB: Postoperative recovery of pulmonary function. Anaesth Analg 1981; 60: 46-52

Damia G, Mascheroni D, Croci M, Tarenzi L: Perioperative changes in functional residual capacity in morbidly obese patients. Br J Anaesth 1988; 60: 574-8

D'Angelo E, Pecchiari M, Baraggia P, et al: Low volume ventilation induces peripheral airways injury and increased airway resistance in normal open-chest rabbits. *J Appl Physiol* 2002; 92: 949-56

De Devitis O, Fazio S, Petitto M, Maddalena G, Contaldo F, Mancini M: Obesity and cardiac function. *Circulation* 1981; 64: 477-82

Dreyfuss D, Martin-Lefèvre L, Saumon G: Hyperinflation-Induced Lung Injury during Alveolar Flooding in Rats; Effect of Perfluorocarbon Instillation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1752-1757

Dreyfuss D, Saumon G: Role of tidal volume, FRC and end-inspiratory volume in the development of pulmonary edema following mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 1194-203

Dumont L, Mattys M, Mardirosoff C, Vervloesem N, Allé JL, Massaut J: Changes in pulmonary mechanics during laparoscopic gastroplasty in morbidly obese patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 408-13

Erbel R, Schweizer P, Krebs W, Pyhel N, Meyer J, Effert S: Monoplane und biplane 2-D echokardiographische Volumenbestimmung des linken Ventrikels, II. Untersuchung bei koronarer Herzerkrankung. *Z Kardiol* 1981; 70: 436-44

Fahy BG, Barnas GM, Flowers JL, Nagle SE, Njoku MJ: The effects of increased abdominal pressure on lung and chest wall mechanics during laparoscopic surgery. *Anesth Analg* 1995; 81: 744-50

Fisher A, Waterhouse TD, Adams AP: Obesity: it's relation to anaesthesia. *Anaesthesia* 1975; 30: 633-47

Fletcher R: Dead-space during anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1990; 94: 46-50

Gilmour I, Burnham M, Craig DB: Closing capacity measurement during general anesthesia. *Anesthesiology* 1976; 45: 477

Glenny RW, Lamm WJE, Albert RK, Robertson HT: Gravity is a minor determinant of pulmonary blood flow distribution. *J Appl Physiol* 1991; 71(2): 620-9

Gunnarsson L, Tokics L, Gustavsson H, Hedenstierna G: Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1991; 66: 423-32

Hedenstierna G, Lundquist H, Lund B, Tokics L, Strandberg A, Brismar B, Frostell C: Pulmonary densities during anaesthesia: An experimental study on lung morphology and gas exchange. *Eur Resp J* 1989; 2: 528-35

Hedenstierna G, McCarthy G, Bergström M: Airway closure during mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1976; 44: 114

Hedenstierna G, McCarthy GS: Airway closure and closing pressure during mechanical ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1980; 24: 299-304

Hedenstierna G, Santesson J: Breathing mechanics, dead space and gas exchange in the extremely obese, breathing spontaneously and during anaesthesia with intermittent pressure ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1976; 20: 248-54

Hedenstierna G, Strandberg Å, Brismar B, Lundquist H, Svensson L, Tokics L: Functional residual capacity, thoracoabdominal dimensions and central blood volume during general anaesthesia with muscle paralysis and mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1985; 62: 247-54

Hedenstierna G, Tokics L, Strandberg Å, Lundquist H, Brismar B: Correlation of gas exchange impairment to development of atelectasis during anaesthesia and muscle paralysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986; 30: 183-91

Hedenstierna G: Gas exchange during anaesthesia. *Br J Anaesth* 1990; 64: 507-14

Herpertz S, Senf W: Psychotherapie der Adipositas. *Dtsch Ärztebl* 2003; 100: 1140-5

Hickling KG: Best compliance during a decremental, but not incremental, positive end-expiratory pressure trail is related to Open-Lung positive end-expiratory pressure - A mathematical model of acute respiratory distress syndrome lungs. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 69-78

Husemann B: Zukunft der Adipositaschirurgie. *Dtsch Ärztebl* 2003; 100: 1133-9

Joyce CJ, Williams AB: Kinetics of absorption atelectasis during anesthesia: a mathematical model. *J Appl Physiol* 1999; 86: 1116-25

Kunst PWA, Vazquez de Anda G, Böhm SH, FaesTJC, Lachmann B, Postmus PE, de Vries PMJM: Monitoring recruitment and derecruitment by electrical impedance tomography in a model of acute lung injury. *Crit Care Med* 2000; 28: 3891-5

Kuzmak LI: A review of seven years experience with silicone gastric banding. *Obes Surg* 1991; 1(4): 403-8

Lachmann B: Open up the lung and keep the lung open. *Intensive Care Med* 1992; 18: 319-21

Leblanc P, Ruff F, Milic-Emili J: Effects of age and body position on "airway closure" in man. *J Appl Physiol* 1970; 28: 448-51

Lindahl SG, Mure M: Dosing oxygen: a tricky matter or a piece of cake? *Anesth Analg* 2002; 95: 1472-3

Luiz T, Huber T, Hartung H-J: Veränderungen der Ventilation während laparoskopischer Cholezystektomie. *Anaesthesist* 1992; 41: 520-6

Marshall C, Lingren L, Marshall BE: Effects of halotane, enflurane and isoflurane on hypoxic vasoconstriction in rat lungs in-vivo. *Anesthesiology* 1984; 60: 304-8

Mathers J, Benumhof JL, Wahrenbrock EA: General anesthetics and regional hypoxic pulmonary vasoconstriction. *Anesthesiology* 1977; 46: 111-4

Milic-Emili J, Henderson JAM, Dolovich MB, Trop D, Kaneko K: Regional distribution of inspired gas in the lung. *J Appl Physiol* 1966; 21: 749-59

Muscledere JG, Mullen BM, Gan K, Slutsky AS: Tidal ventilation at low airway pressures can augment lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 1327-34

Nunn JF, Hill DW: Respiratory dead space and arterial to end-tidal CO₂ tension difference in anesthetized man. *J Appl Physiol* 1960; 15: 383-9

Nunn JF: Conscious volunteers developed hypoxemia and pulmonary collapse when breathing air and oxygen at reduced lung volume. *Anesthesiology* 2003; 98: 258-9

Nunn JF: Distribution of pulmonary ventilation and perfusion. In: Nunn JF (Hrsg.): *Nunn's applied respiratory physiology* (4th edition). Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford 1993; S. 156-97

Pang CK, Yap J, Chen PP: The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesth Intensive Care* 2003; 31(2): 176-80

Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vercesi P, Vicardi P, Gattinoni L: Prone positioning improves pulmonary function in obese patients during general anaesthesia. *Anaesth Analg* 1996a; 83: 578-83

Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Cerisara M, Vicardi P, Lissoni A, Gattinoni L: Respiratory system in sedated, paralysed morbidly obese patients. *J Appl Physiol* 1997; 82: 811-18

Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedoto A, Lissoni A, Gattinoni L: The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics and gas exchange during general anaesthesia. *Anaesth Analg* 1998; 87: 654-60

Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Vicardi P, Gattinoni L: Total respiratory system, lung and chest-wall mechanics in sedated-paralysed postoperative morbidly obese patients. *Chest* 1996b; 109: 144-51

Pelosi P, Ravagnan I, Giurati G, Panigada M, Bottino N, Tredici S, Eccher G, Gattinoni L: Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anaesthesia and paralysis. *Anesthesiology* 1999; 91: 1221-31

Rist M, Köckerling F: Anästhesie bei Laparoskopien: Eine Übersicht. *Zentralbl Chir* 1998; 123: 66-71

Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G: Airway closure, atelectasis and gas exchange during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1998; 81: 681-6

Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Reber A, Hedenstierna G: Prevention of atelectasis during general anaesthesia. *Lancet* 1995; 345: 1387-91

Salem MR, Dalal FY, Zygmunt MP, Mathrubhutham M, Jacobs HK: Does PEEP improve intraoperative arterial oxygenation in grossly obese patients? *Anesthesiology* 1978; 48: 280-81

Santos de los R, Coalson JJ, Holcomb JR, Johanson WG: Hyperoxia exposure in mechanically ventilated primates with and without previous lung injury. *Exp Lung Res* 1985; 9: 255-75

Schonfeld SA, Ploysongsang Y: Airway closure and trapped gas during low volume breathing. *Respir Physiol* 1983; 51: 63-77

Severinghaus JW, Stupfel M: Alveolar dead space as an index of distribution of blood flow in pulmonary capillaries. *J Appl Physiol* 1957; 10: 335-48

Shapiro BA, Cane RD, Harrison RA, Steiner MC: Changes in intrapulmonary shunting with administration of 100 percent oxygen. *Chest* 1980; 77: 138-41

Strandberg Å, Tokics L, Brismar B, Lundquist H, Hedenstierna G: Constitutional factors promoting development of atelectasis during anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1987; 31: 21-4

Strandberg Å, Tokics L, Brismar B, Lundquist H, Hedenstierna G: Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986; 30: 154-8

Sugerman H, Windsor A, Bessos M, Wolfe L: Intra-abdominal pressure, sagittal abdominal diameter and obesity comorbidity. *J Intern Med* 1997; 241: 71-9

Sykes MK, Young WE, Robinson BE: Oxygenation during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 1965; 37: 314-25

Thews G: Grundlagen der Atmungsphysiologie. In: Frey R, Hügin W, Mayrhofer O (Hrsg.): *Lehrbuch der Anästhesiologie und Wiederbelebung* (5. Auflage). Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1992; S. 107-15

Thews G: Lungenatmung. In: Schmidt R, Thews G, Lang F (Hrsg.): *Physiologie des Menschen*. Springer-Verlag, Berlin 2000; S.565-91

Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg Å, Brismar B, Lundquist H: Lung collapse and gas exchange during general anaesthesia: Effects of spontaneous breathing, muscle paralysis and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology* 1987a; 66: 157-67

Tokics L, Strandberg Å, Brismar B, Lundquist H, Hedenstierna G: Computerized tomography of the chest and gas exchange measurements during ketamine anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1987b; 31: 684-92

Tusman G, Böhm SH, Melkun F, Nador CR, Staltari D, Rodriguez A, Turchetto E: Efectos de la maniobra de reclutamiento alveolar y la PEEP sobre la oxigenación arterial en pacientes obesos anestesiados. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2002; 49: 177-83

Tusman G, Böhm SH, Vazquez de Anda GF, do Campo JL, Lachmann B: Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82: 8-13

Verbrugge SJC, Böhm SH, Gommers D, Zimmerman LJI, Lachmann B: Surfactant impairment after mechanical ventilation with large alveolar surface area changes and effects of positive end-expiratory pressure. *Br J Anaesth* 1998; 80: 360-4

Verbrugge SJ, Lachmann B: Mechanisms of ventilation-induced lung injury: physiological rationale to prevent it. *Monaldi Arch Chest Dis* 1999; 54(1): 22-37

West JB, Dollery CT, Naimark A: Distribution of blood flow in isolated lung; relation to vascular and alveolar pressures. *J Appl Physiol* 1964; 19: 713-24

Westbrook PR, Stubbs SE, Sessler AD, Rehder K, Hyatt RH: Effects of anesthesia and muscle paralysis on respiratory mechanics in normal man. *J Appl Physiol* 1973; 34: 81

7 DANKSAGUNG

Danken möchte ich

Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. J. Schulte am Esch

(Direktor der Klinik und Poliklinik für Anästhesie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf)

Herrn Prof. Dr. med. T. Standl,

(Stellvertretender Direktor der Klinik und Poliklinik für Anästhesie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf)

für die Betreuung während meiner Arbeit als Doktorand.

Herrn Dr. med. Stephan Böhm,

für seine uneingeschränkte Hilfsbereitschaft, die fachliche Unterstützung bei dieser Arbeit und seine wissenschaftlichen Anregungen. Er öffnete mir die Tore zur klinischen Forschung.

Frau Dr. med. Alexandra von Sandersleben,

für die Realisierung der Transösophagealen Echokardiographie bei der Studie.

Herrn Dr. Fernando Suarez Sipmann,

der mir mit seinem fachlichen Rat während meiner Zeit in Madrid beiseite stand.

Herrn Dr. Gerardo Tusman,

für seine gehaltvollen Ideen und die Anregungen beim Literaturstudium.

Claas Buschmann,

der mir als Freund immer - besonders aber in schweren Situationen - mit Rat und Tat beiseite steht.

meinen Geschwistern,

die in dieser arbeitsintensiven Zeit immer ein offenes Ohr für meine „Leiden“ hatten.

meinen Eltern,

ohne die ich nie so weit gekommen wäre. Für alles, was ich von ihnen gelernt habe, für die finanzielle und seelische Unterstützung in allen Lebenslagen gilt ihnen ganz besonderer Dank.

8 LEBENSLAUF

Oliver C. Thamm

- Geburtsdatum: 11.8.1978
- Geburtsort: Hamburg
- Schulabschluß: Juni 1997
Abitur am Immanuel-Kant-Gymnasium, Hamburg
- Wehr-/Ersatzdienst: August 1997 - Juli 1998
Ausbildung zum **Rettungssanitäter**
mit anschließender Tätigkeit im Rettungsdienst beim
Deutschen Roten Kreuz, Kreisverband Hamburg-Harburg e.V.
- Nebentätigkeit: August 1998 - Oktober 2005
Studentische Aushilfskraft als Rettungssanitäter beim
DRK Ambulanzdienst Hamburg-Harburg gGmbH
- Studium: Oktober 1998 - September 2005
Studium der **Humanmedizin** an der Medizinischen Fakultät der
Universität der Freien und Hansestadt Hamburg
- Auslandsaufenthalte: Oktober 2002: *Uppsala / Schweden*
 - Tierexperimentelle Studie zur PEEP-Titration nach alveolärer Rekrutierung in Patienten mit ALI und ARDSFebruar 2003: *Uppsala / Schweden*
 - Tierexperiment. Studie zur Beurteilung von Alveolarkollaps und endotrachealer Absaugung mit versch. EndotrachealtubenNov. 2002 - Sept. 2003: *Madrid / Spanien* an der *Universidad Autónoma de Madrid - Fundación Jiménez Díaz*
 - Tätigkeit als Famulus in der Notaufnahme und Intensivstation
 - Klinische Studie zur PEEP-Titration nach alveolärer Rekrutierung in Patienten mit ARDSDez. 2004 - Feb. 2005: *Castries / St. Lucia* am *Victoria Hospital*
 - 8 Wochen PJ-Ausbildung in der Abteilung für Innere MedizinFebruar - Juni 2005: *voraussichtlich Dar es Salaam / Tansania*
 - PJ-Tertial in der Abteilung für ChirurgieJuni - Sept. 2005 *Valencia / Spanien* am *Hospital Universitario*
 - PJ-Tertial in der Abteilung für Anästhesie

9.1 Formular zur Einverständniserklärung der Patienten

**Patientenmerkblatt
und
Einverständniserklärung
für eine Studie zur Untersuchung der Lungenfunktion und Blutgasverhältnisse
bei Patienten mit Adipositas permagna,
die sich einem laparoskopischen "gastric banding" unterziehen**

Klinik für Anästhesiologie
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. J. Schulte am Esch)
Universitäts-Krankenhaus Eppendorf, Hamburg

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Ihr Arzt sieht bei Ihnen die Indikation für ein laparoskopisches Gastric Banding.

Für diese Operation benötigen Sie eine Narkose. Diese Narkose wird über Injektion von Medikamenten in eine Vene eingeleitet und über ein gasförmiges Medikament, das der Atemluft beigemischt wird, aufrechterhalten. Während dieser Narkose werden Sie routinemäßig maschinell über einen Beatmungsschlauch beatmet. Sie haben die Möglichkeit, im Rahmen dieser Narkose an einer klinischen Studie teilzunehmen. Lesen Sie sich bitte hierzu die folgenden Informationen sorgfältig durch.

Welches Ziel hat diese Studie?

Im Ablauf einer Narkose kommt es durch die Narkosemedikamente, die Lagerung im Operationssaal, die Beatmung und das Operationsverfahren jeweils zu bestimmten Veränderungen, die Auswirkungen auf das Herz, den Kreislauf und die Lungenfunktion haben. Generell werden alle diese Parameter vom Narkosearzt sehr genau überwacht und dokumentiert, so daß etwaige Veränderungen sofort auffallen und man gegebenenfalls sofort darauf reagieren kann. Speziell das für Ihr Operationsverfahren verwendete sogenannte Capnoperitoneum (Auffüllen des Bauchraumes mit Kohlendioxid) beeinflusst diese Parameter. Diese Effekte sind bereits bei verschiedenen Operationen sehr genau untersucht worden. Die Auswirkungen von Operation und Narkose haben wir in mehreren in diesem Hause durchgeführten Studien untersucht. Die Ergebnisse zeigen, daß auch lungengesunde Patienten während der Narkose und unter der maschinellen Beatmung, wie sie generell bei Narkosen üblich ist, unter einer deutlichen Einschränkung ihrer Lungenfunktion leiden, die im Extremfall zu Komplikationen führen kann. Aus diesem Grunde möchten wir ein angepaßtes Beatmungskonzept erarbeiten, womit wir zur Verbesserung unseres Narkosemanagements und damit zu einer erhöhten Sicherheit während der Operation beitragen wollen.

Wie läuft diese Studie ab?

Wie vor jedem operativen Eingriff werden Sie von Ihrem Arzt gründlich untersucht. Am Morgen vor der Operation werden im Narkoseeinleitungsraum die für diesen Eingriff üblichen Überwachungsmaßnahmen wie zum Beispiel EKG, nicht-invasive Blutdruckmessung etc. angelegt. Nach intravenöser Einleitung Ihrer Narkose über eine venöse Braunüle wird durch eine zusätzliche intraarterielle Kanüle der Gasaustausch Ihrer Lungen kontinuierlich überwacht. Ihre körperlichen Reaktionen werden während der gesamten Zeit detailliert überwacht und aufgezeichnet. Nach der Operation werden die Daten in anonymisierter Form ausgewertet. Intraoperativ würden wir statt der bisher üblichen volumenkontrollierten Beatmung ein druckangepaßtes Beatmungskonzept wählen, und unter regelmäßiger Kontrolle der Blutgaswerte dasjenige Druckniveau herausfinden, unter dem sich bei Ihnen eine optimale intraoperative Lungenfunktion erzielen läßt. Da wir hierfür eventuell höhere Beatmungsdrücke als im Normalfall in Kauf nehmen müssen, wollen wir die Reaktionen des Kreislaufs und der Lunge überwachen.

Mögliche Risiken und Nebeneffekte

Alle verwendeten Narkosemedikamente sind zugelassene Medikamente des täglichen klinischen Gebrauchs. Prinzipiell besteht - wie generell bei der Verabreichung von Medikamenten - ein sehr geringes Risiko einer Allergie oder Überempfindlichkeitsreaktion. Diese würde aber anhand der Überwachung von Ihrem Anästhesisten sofort bemerkt und wäre somit einer sofortigen Therapie zugänglich.

Die zur Optimierung der Lungenfunktion benötigten erhöhten Atemwegsdrücke werden nur für sehr kurze Zeit - für ungefähr 10 Atemzüge - angewendet. Trotz der Kürze dieser Anwendung kann es im seltenen Ausnahmefall einmal zur Zerreißung von Lungengewebe kommen. Bei diesem sogenannten Pneumothorax tritt Luft in den Spalt zwischen Lunge und Rippenfell. Die in diesem Zusammenhang möglicherweise auftretende Spannung im Brustkorb kann meist unproblematisch mittels eines Katheters entlastet werden.

Die Narkosezeit für Ihren Eingriff würde sich um ca. 30 Minuten verlängern, was bei den heutzutage verwendeten, schnell abbaubaren modernen Narkosemedikamenten aber keine gesundheitlichen Nachteile birgt.

Durch die etwa 25-malige Abnahme von arteriellem Blut zur Bestimmung von Blutgasen werden Ihnen im Rahmen dieser Studie ca 50-75 ml Blut entnommen. Diese Menge stellt keine relevante Einschränkung Ihrer Sicherheit dar.

Freiwilligkeit der Studienteilnahme

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie können Ihre Einwilligung bis zu Beginn der Narkose ohne Begründung zurückziehen, ohne daß dadurch das Vertrauensverhältnis zwischen Ihnen und Ihrem Arzt beeinträchtigt würde oder Nachteile in Ihrer Behandlung entstehen würden. Sie können jederzeit Fragen zu Ihnen unklaren Punkten stellen. Wenn Sie nicht teilnehmen möchten, erfolgt keine Datenerhebung.

Datum, Unterschriften von Arzt und Patient

9.2 Studienprotokolle der einzelnen Patienten

Pat. Nr.: 1 Raucher: nein Gewicht: 196 kg Größe: 174 cm Datum: 5.12.2000

| | Zeit | PEEP _e | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|----|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|------|
| MP0 | 15:17 | SpA | 35 | 31 | - | - | - | - | 0 | - | - | - | 179,3 | 35,5 | 7,433 | 95 | 99 | 62 | 93 / 53 | 65 | - / - | - | - | - | - | - | 75,5 |
| MP1 | 16:03 | 0 | 42 | 31 | 0 | 12 | 750 | - | 24,2 | 0 | 39 | - | - | - | - | 45 | 97 | 62 | 100 / 60 | 73 | 50 / 29 | 38 | 20 | 7,2 | - | - | |
| MP2 | 16:08 | 5 | 44 | 32 | 5 | 12 | 754 | - | 27,9 | 0 | 39 | - | - | - | - | 45 | 96 | 63 | 103 / 60 | 74 | 50 / 28 | 37 | 20 | 7,2 | - | - | |
| MP3 | 16:12 | 10 | 45 | 32 | 10 | 12 | 748 | - | 34,0 | 0 | 38 | - | - | - | - | 45 | 96 | 61 | 99 / 59 | 72 | 49 / 28 | 37 | 20 | 7,5 | - | - | |
| MP4 | 16:15 | 15 | 49 | 36 | 15 | 12 | 745 | - | 35,5 | 0 | 37 | - | - | - | - | 45 | 96 | 64 | 98 / 59 | 74 | 50 / 29 | 38 | 19 | 7,3 | - | - | |
| MP5 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP6 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP7 | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP8 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP9 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 17:00 | 0 | 49 | 34 | 0 | 12 | 760 | - | 22,4 | 26 | 39 | - | 111,8 | 42,5 | 7,361 | 44 | 97 | 70 | 108 / 56 | 76 | 31 / 15 | 22 | 0 | 8,1 | - | 101,6 | |
| MP12 | 17:04 | 5 | 45 | 29 | 5 | 12 | 760 | - | 31,7 | 20 | 41 | - | 121,4 | 44,9 | 7,349 | 45 | 98 | 68 | 125 / 68 | 87 | 35 / 14 | 23 | 0 | 8,7 | - | 107,9 | |
| MP13 | 17:10 | 10 | 45 | 32 | 10 | 12 | 745 | - | 33,9 | 27 | 41 | - | 123,1 | 43,8 | 7,356 | 45 | 98 | 77 | 113 / 67 | 82 | 32 / 19 | 25 | 3 | 8,6 | - | 109,4 | |
| MP14 | 17:17 | 15 | 43 | 35 | 15 | 12 | 762 | - | 38,1 | 19 | 40 | - | 154,3 | 41,9 | 7,349 | 45 | 99 | 70 | 128 / 69 | 90 | 29 / 15 | 21 | 2 | 6,1 | - | 137,2 | |
| MP15 | 17:21 | 20 | 46 | 37 | 20 | 12 | 741 | - | 43,6 | 18 | 40 | - | 160 | 43,4 | 7,351 | 45 | 99 | 76 | 117 / 64 | 83 | 33 / 17 | 23 | 3 | 6,2 | - | 142,2 | |
| MP16 | 17:25 | 20 | 62 | 58 | 20 | 12 | 1380 | - | 36,3 | 19 | 31 | - | 201 | 31,7 | 7,43 | 45 | 99 | 72 | 86 / 45 | 59 | 29 / 16 | 21 | 4 | 6,4 | - | 178,8 | |
| MP17 | 17:28 | 20 | 42 | 33 | 20 | 12 | 761 | - | 58,5 | 12 | 35 | - | 201,3 | 39,2 | 7,38 | 45 | 99 | 76 | 99 / 55 | 69 | 19 / 14 | 16 | 0 | 6,3 | - | 178,9 | |
| MP18 | 17:31 | 15 | 43 | 31 | 15 | 12 | 745 | - | 46,6 | 18 | 38 | - | 152,9 | 41,3 | 7,361 | 45 | 99 | 79 | 107 / 60 | 80 | 21 / 16 | 18 | 2 | 6,5 | - | 135,9 | |
| MP19 | 17:34 | 10 | 42 | 29 | 10 | 12 | 746 | - | 39,3 | 19 | 40 | - | 152 | 42,6 | 7,355 | 45 | 98 | 75 | 111 / 61 | 83 | 22 / 14 | 22 | 3 | 6,4 | - | 135,1 | |
| MP20 | 17:38 | 5 | 46 | 31 | 5 | 12 | 750 | - | 28,8 | 19 | 40 | - | 143 | 44,3 | 7,339 | 45 | 98 | 73 | 116 / 60 | 82 | 30 / 16 | 22 | 0 | 7,6 | - | 127,1 | |
| MP21 | 17:43 | 0 | 45 | 30 | 0 | 12 | 756 | - | 25,2 | 18 | 41 | - | 149,1 | 45,3 | 7,333 | 45 | 98 | 72 | 113 / 60 | 78 | 27 / 18 | 22 | 0 | 7,2 | - | 132,5 | |
| MP22 | | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22a | 18:21 | 20 | 43 | 34 | 20 | 12 | 733 | - | 52,4 | 17 | 42 | - | 198,1 | 43,9 | 7,335 | 45 | 99 | 78 | 105 / 59 | 74 | 29 / 17 | 23 | 1 | 7,7 | - | 176,1 | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | 18:35 | 0 | 40 | 27 | 0 | 12 | 770 | - | 28,5 | 14 | 45 | - | 143 | 47,3 | 7,311 | 45 | 98 | 73 | 134 / 62 | 89 | 45 / 15 | 27 | - | 8,2 | - | 127,1 | |

Pat. Nr.: 2 Raucher: nein Gewicht: 145 kg Größe: 167 cm Datum: 11.12.2000

| | Zeit | PEEP _e | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|------|------|-----------------------|-------|
| MP0 | 9:30 | SpA | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | - | 69,6 | 40,8 | 7,432 | 21 | - | 97 | 146 / 78 | 98 | - / - | - | - | - | - | - | 132,6 |
| MP1 | 11:00 | 0 | 29 | 29 | 1 | 11 | 750 | 8,1 | 26,8 | 0 | 35 | - | 65,9 | 38 | 7,432 | 36 | 92 | 89 | 95 / 58 | 68 | 31 / 23 | 25 | 15 | 8,7 | 17 | 73,2 | |
| MP2 | 11:05 | 5 | 31 | 31 | 5 | 11 | 750 | 8,1 | 28,8 | 0 | 35 | - | 69,8 | 40,4 | 7,411 | 36 | 93 | 89 | 107 / 68 | 80 | 31 / 29 | 32 | 16 | 7,4 | 22 | 77,6 | |
| MP3 | 11:10 | 10 | 32 | 32 | 10 | 11 | 750 | 8 | 34,1 | 0 | 36 | - | 70,6 | 40 | 7,412 | 36 | 94 | 88 | 112 / 66 | 88 | 40 / 27 | 33 | 16 | 7,1 | 21 | 78,4 | |
| MP4 | 11:15 | 15 | 36 | 36 | 15 | 11 | 750 | 8,1 | 35,7 | 0 | 36 | - | 71,4 | 40,8 | 7,415 | 36 | 94 | 87 | 103 / 66 | 76 | 41 / 29 | 34 | 15 | 7,1 | 22 | 79,3 | |
| MP5 | 11:25 | 20 | 50 | 45 | 20 | 9 | 1270 | 12,1 | 50,8 | 0 | 31 | - | 91 | 33,8 | 7,468 | 36 | 97 | 81 | 80 / 60 | 65 | 34 / 26 | 30 | 14 | 6,9 | 18 | 101,1 | |
| MP6 | 11:40 | 15 | 29 | 29 | 15 | 11 | 750 | 8 | 53,6 | 0 | 36 | - | 129,2 | 38,2 | 7,417 | 36 | 97 | 92 | 120 / 87 | 99 | 39 / 27 | 32 | 14 | 7,1 | 19 | 143,6 | |
| MP7 | 11:50 | 10 | 28 | 28 | 10 | 11 | 750 | 8 | 41,7 | 0 | 36 | - | 87,7 | 38,9 | 7,421 | 36 | 96 | 91 | 119 / 75 | 93 | 39 / 27 | 32 | 13 | 8,1 | 23 | 97,4 | |
| MP8 | 12:00 | 5 | 29 | 29 | 5 | 11 | 750 | 8,1 | 31,3 | 0 | 37 | - | 85,7 | 40,1 | 7,406 | 36 | 96 | 93 | 138 / 89 | 99 | 41 / 30 | 35 | 13 | 8,4 | 22 | 95,2 | |
| MP9 | 12:05 | 0 | 29 | 29 | 0 | 11 | 750 | 8 | 25,9 | 0 | 38 | - | 83,2 | 40 | 7,409 | 36 | 95 | 98 | 138 / 77 | 96 | 42 / 29 | 36 | 13 | 7,8 | 22 | 92,4 | |
| MP10 | | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP10a | 12:30 | 15 | 33 | 25 | 15 | 11 | 750 | 8,3 | 75,0 | 0 | 34 | - | 114,9 | 36,2 | 7,425 | 36 | 98 | 77 | 92 / 56 | 66 | 31 / 22 | 26 | 16 | 7,7 | 19 | 127,7 | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 13:25 | 0 | 38 | 27 | 0 | 11 | 750 | 8,2 | 27,8 | 23 | 43 | - | 86 | 45,1 | 7,335 | 36 | 96 | 103 | 126 / 73 | 86 | 37 / 29 | 33 | 16 | 8,1 | 20 | 95,6 | |
| MP12 | 13:30 | 5 | 39 | 29 | 5 | 11 | 750 | 8,1 | 31,3 | 21 | 40 | - | 83,9 | 47 | 7,317 | 36 | 95 | 103 | 115 / 67 | 81 | 36 / 28 | 31 | 14 | 8,3 | 20 | 93,2 | |
| MP13 | 13:35 | 10 | 43 | 33 | 10 | 11 | 750 | 8,4 | 32,6 | 22 | 42 | - | 84,6 | 44,1 | 7,335 | 36 | 95 | 107 | 112 / 66 | 80 | 37 / 27 | 31 | 15 | 8,5 | 21 | 94,0 | |
| MP14 | 13:40 | 15 | 40 | 33 | 15 | 11 | 750 | 8,3 | 41,7 | 20 | 42 | - | 85,8 | 42,2 | 7,345 | 36 | 96 | 105 | 121 / 70 | 82 | 37 / 29 | 33 | 16 | 6,8 | 22 | 95,3 | |
| MP15 | 13:50 | 20 | 43 | 34 | 20 | 11 | 750 | 8,4 | 53,6 | 21 | 42 | - | 98,7 | 45,6 | 7,322 | 36 | 97 | 109 | 122 / 63 | 78 | 41 / 26 | 33 | 14 | 7,1 | 18 | 109,7 | |
| MP16 | 14:00 | 20 | 60 | 41 | 20 | 8 | 1500 | 11,5 | 71,4 | 22 | 35 | - | 112 | 33,5 | 7,41 | 36 | 98 | 106 | 100 / 63 | 80 | 33 / 30 | 32 | 19 | 8,6 | 23 | 124,8 | |
| MP17 | 14:10 | 20 | 41 | 39 | 20 | 11 | 750 | 8,3 | 39,5 | 22 | 38 | - | 107,6 | 40,1 | 7,358 | 36 | 97 | 110 | 104 / 64 | 79 | 34 / 27 | 31 | 18 | 7,3 | 22 | 119,6 | |
| MP18 | 14:15 | 15 | 37 | 35 | 15 | 11 | 750 | 8,2 | 37,5 | 22 | 41 | - | 99,8 | 41 | 7,347 | 36 | 97 | 104 | 106 / 61 | 74 | 34 / 28 | 32 | 17 | 6,5 | 22 | 110,9 | |
| MP19 | 14:20 | 10 | 37 | 35 | 10 | 11 | 750 | 8,2 | 30,0 | 22 | 42 | - | 95,6 | 42,5 | 7,334 | 36 | 96 | 101 | 109 / 61 | 77 | 36 / 26 | 31 | 15 | 6,9 | 21 | 106,2 | |
| MP20 | | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP21 | | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22 | | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22a | 14:30 | 20 | 33 | 28 | 20 | 11 | 750 | 8,4 | 93,8 | 22 | 42 | - | 160 | 39,8 | 7,352 | 36 | 98 | 104 | 92 / 58 | 69 | 30 / 24 | 28 | 15 | 6,5 | 21 | 177,8 | |
| MP22b | 15:00 | 20 | 40 | 32 | 20 | 11 | 750 | 8,4 | 62,5 | 22 | 40 | - | 150,3 | 41,1 | 7,327 | 36 | 98 | 105 | 108 / 57 | 72 | 30 / 23 | 27 | 13 | 6,4 | 17 | 167,0 | |
| MP22c | 16:15 | 20 | 41 | 35 | 20 | 11 | 750 | 8,2 | 50,0 | 22 | 39 | - | 121,7 | 40,7 | 7,333 | 36 | 98 | 105 | 105 / 56 | 70 | 33 / 25 | 29 | 16 | 10,7 | 20 | 135,2 | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 3 Raucher: ja Gewicht: 148 kg Größe: 173 cm Datum: 19.12.2000

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|---|
| MP0 | | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| MP1 | 10:55 | 0 | 26 | 25 | 1 | 10 | 780 | 7,8 | 32,5 | 0 | - | - | 66,4 | 39,7 | 7,416 | 40 | 96 | 53 | 99 / 49 | 63 | 28 / 12 | 15 | 6 | 4,3 | - | 66,4 | |
| MP2 | 11:05 | 5 | 28 | 28 | 5 | 10 | 770 | 7,7 | 33,5 | 0 | 30 | - | 76,4 | 35,8 | 7,44 | 40 | 96 | 50 | 90 / 49 | 60 | 27 / 11 | 17 | 6 | 4,7 | - | 76,4 | |
| MP3 | 11:10 | 10 | 30 | 30 | 10 | 10 | 770 | 7,7 | 38,5 | 0 | 28 | - | 82 | 35,5 | 7,438 | 40 | 97 | 48 | 92 / 50 | 65 | 28 / 11 | 17 | 7 | 5,4 | - | 82,0 | |
| MP4 | 11:14 | 15 | 34 | 34 | 15 | 10 | 790 | 7,9 | 41,6 | 0 | 27 | - | 98 | 35,3 | 7,437 | 40 | 97 | 47 | 88 / 46 | 60 | 28 / 13 | 18 | 9 | 4,8 | - | 98,0 | |
| MP5 | 11:20 | 20 | 46 | 46 | 20 | 10 | 1260 | 12,6 | 48,5 | 0 | 23 | - | 190,7 | 27,9 | 7,501 | 40 | 99 | 43 | 83 / 46 | 57 | 29 / 15 | 20 | 11 | 4,5 | - | 190,7 | |
| MP6 | 11:23 | 15 | 28 | 28 | 15 | 10 | 790 | 7,9 | 60,8 | 0 | 25 | - | 188,1 | 32,3 | 7,466 | 40 | 100 | 45 | 88 / 49 | 64 | 27 / 13 | 18 | 10 | 3,6 | - | 188,1 | |
| MP7 | 11:28 | 10 | 25 | 25 | 10 | 10 | 770 | 7,7 | 51,3 | 0 | 26 | - | 137,7 | 32,4 | 7,462 | 40 | 99 | 46 | 94 / 50 | 66 | 26 / 13 | 18 | 10 | 3,6 | - | 137,7 | |
| MP8 | 11:33 | 5 | 25 | 25 | 5 | 10 | 760 | 7,6 | 38,0 | 0 | 27 | - | 93,5 | 35,8 | 7,429 | 40 | 98 | 47 | 90 / 45 | 60 | 26 / 12 | 18 | 10 | 3,9 | - | 93,5 | |
| MP9 | 11:38 | 0 | 25 | 25 | 0 | 10 | 770 | 7,7 | 30,8 | 0 | 28 | - | 85,6 | 36,3 | 7,426 | 40 | 97 | 45 | 86 / 43 | 57 | 28 / 11 | 18 | 10 | 4,3 | - | 85,6 | |
| MP10 | 11:42 | 20 | 47 | 44 | 20 | 10 | 1280 | 12,8 | 53,3 | 0 | 23 | - | - | - | - | 39 | 100 | 45 | 90 / 44 | 59 | 30 / 16 | 21 | 15 | 4,1 | - | - | |
| MP10a | 11:46 | 15 | 30 | 27 | 15 | 10 | 750 | 7,5 | 62,5 | 0 | 25 | - | 179,8 | 32 | 7,46 | 40 | 100 | 44 | 92 / 48 | 64 | 27 / 15 | 20 | 13 | 4 | - | 179,8 | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP11 | 12:44 | 0 | 42 | 32 | 0 | 10 | 750 | 7,5 | 23,4 | 24 | 39 | - | 88,9 | 48,7 | 7,314 | 40 | 96 | 63 | 124 / 79 | 97 | 42 / 24 | 33 | 18 | 5,9 | - | 88,9 | |
| MP12 | 12:51 | 5 | 42 | 33 | 5 | 10 | 750 | 7,5 | 26,8 | 21 | 39 | - | 89,8 | 48,6 | 7,313 | 40 | 96 | 64 | 134 / 79 | 98 | 42 / 24 | 32 | 18 | 6,6 | - | 89,8 | |
| MP13 | 13:02 | 10 | 41 | 33 | 10 | 10 | 750 | 7,5 | 32,6 | 20 | 36 | - | 88,4 | 47,8 | 7,31 | 40 | 96 | 59 | 114 / 60 | 75 | 40 / 23 | 30 | 17 | 6,2 | - | 88,4 | |
| MP14 | 13:10 | 15 | 44 | 37 | 15 | 10 | 760 | 7,6 | 34,5 | 24 | 37 | - | 91,9 | 48,5 | 7,303 | 39 | 97 | 59 | 108 / 69 | 80 | 42 / 26 | 33 | 18 | 6,3 | - | 94,3 | |
| MP15 | 13:14 | 20 | 43 | 33 | 20 | 10 | 740 | 7,4 | 56,9 | 23 | 39 | - | 112,6 | 47,9 | 7,303 | 40 | 98 | 66 | 120 / 80 | 95 | 38 / 25 | 31 | 18 | - | - | 112,6 | |
| MP16 | 13:20 | 20 | 59 | 47 | 20 | 10 | 1400 | 14 | 51,9 | 26 | 30 | - | 133 | 38,2 | 7,37 | 40 | 99 | 61 | 100 / 60 | 70 | 37 / 23 | 29 | 18 | 5,9 | - | 133,3 | |
| MP17 | 13:24 | 20 | 44 | 36 | 20 | 10 | 760 | 7,6 | 47,5 | 20 | 33 | - | 115,2 | 43,8 | 7,332 | 40 | 98 | 61 | 103 / 61 | 78 | 36 / 23 | 27 | 18 | 5,5 | - | 115,2 | |
| MP18 | 13:27 | 15 | 42 | 33 | 15 | 10 | 760 | 7,6 | 42,2 | 23 | 35 | - | 109,9 | 47,5 | 7,3 | 40 | 98 | 60 | 109 / 65 | 87 | 39 / 23 | 29 | 17 | 4,9 | - | 109,9 | |
| MP19 | 13:31 | 10 | 38 | 31 | 10 | 10 | 730 | 7,3 | 34,8 | 21 | 38 | - | 108,1 | 48,8 | 7,293 | 40 | 97 | 61 | 117 / 70 | 90 | 40 / 21 | 28 | 16 | 5,1 | - | 108,1 | |
| MP20 | 13:34 | 5 | 40 | 31 | 5 | 10 | 760 | 7,6 | 29,2 | 23 | 39 | - | 102,2 | 49,4 | 7,285 | 40 | 97 | 64 | 114 / 66 | 86 | 42 / 22 | 30 | 16 | 5,5 | - | 102,2 | |
| MP21 | 13:38 | 0 | 42 | 34 | 0 | 10 | 750 | 7,5 | 22,1 | 24 | 42 | - | 99 | 52,7 | 7,269 | 40 | 97 | 66 | 117 / 72 | 95 | 44 / 23 | 31 | 16 | 5,2 | - | 99,0 | |
| MP22 | 13:42 | 20 | 61 | 57 | 20 | 10 | 1780 | 17,8 | 48,1 | 21 | 28 | - | - | - | - | 40 | 99 | 60 | 100 / 68 | 88 | 38 / 24 | 29 | 19 | 5,4 | - | - | |
| MP22a | 13:58 | 20 | 38 | 31 | 20 | 10 | 750 | 7,5 | 68,2 | 0 | 35 | - | 175,8 | 41,2 | 7,335 | 40 | 99 | 66 | 101 / 58 | 74 | 30 / 19 | 25 | 9 | 6,2 | - | 175,8 | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP23 | 14:03 | 0 | 24 | 17 | 0 | 10 | 750 | 7,5 | 44,1 | 0 | 39 | - | 103,7 | 46 | 7,31 | 40 | 97 | 71 | 109 / 57 | 77 | 27 / 14 | 21 | 4 | 7,3 | - | 103,7 | |

Pat. Nr.: 4 Raucher: ja Gewicht: 112 kg Größe: 164 cm Datum: 30.1.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|--------|
| MP0 | 8:16 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 298,3 | 39,9 | 7,411 | 100 | 98 | 50 | 110 / 60 | 69 | - / - | - | - | - | - | - | 119,32 |
| MP1 | 9:34 | 0 | 26 | 22 | 1 | 8 | 716 | 6,05 | 34,1 | 0 | 35 | - | 81,4 | 42,6 | 7,358 | 35 | 95 | 50 | 98 / 50 | 66 | 25 / 16 | 21 | 8 | 5,9 | - | 93,0 | |
| MP2 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP3 | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP4 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP5 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP6 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP7 | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP8 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP9 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | | / | | | | | | |
| MP11 | 09:59 | 0 | 37 | 32 | 1 | 8 | 751 | 6,06 | 24,2 | 25 | 37 | - | 73,2 | 48 | 7,306 | 40 | 91 | 86 | 157 / 86 | 108 | 24 / 14 | 17 | 8 | 5,8 | - | 73,2 | |
| MP12 | 10:06 | 5 | 37 | 28 | 4 | 8 | 745 | 5,84 | 31,0 | 25 | 40 | - | 83,3 | 48,8 | 7,298 | 40 | 93 | 67 | 126 / 70 | 90 | 25 / 11 | 17 | 8 | 6,2 | - | 83,3 | |
| MP13 | 10:16 | 10 | 37 | 35 | 9 | 8 | 758 | 6,02 | 29,2 | 21 | 36 | - | 86,9 | 47 | 7,301 | 40 | 94 | 75 | 85 / 52 | 67 | 21 / 12 | 14 | 7 | 4,1 | - | 86,9 | |
| MP14 | 10:27 | 15 | 45 | 38 | 14 | 8 | 746 | 5,98 | 31,1 | 26 | 38 | - | 109,6 | 46,3 | 7,294 | 41 | 96 | 79 | 119 / 64 | 87 | 23 / 14 | 18 | 7 | 3,8 | - | 106,9 | |
| MP15 | 10:35 | 20 | 45 | 36 | 19 | 8 | 754 | 6,06 | 44,4 | 16 | 37 | - | 189,7 | 43,1 | 7,309 | 41 | 98 | 82 | 120 / 54 | 78 | 25 / 17 | 21 | 12 | 4,2 | - | 185,1 | |
| MP16 | 10:45 | 20 | 60 | 58 | 22 | 8 | 1470 | 11,76 | 40,8 | 21 | 33 | - | - | - | - | 40 | 98 | 83 | 75 / 54 | 56 | 25 / 19 | 22 | 23 | - | - | - | |
| MP17 | 10:49 | 20 | 47 | 38 | 20 | 8 | 761 | 6,09 | 42,3 | 21 | 33 | - | 175,8 | 43,5 | 7,303 | 41 | 98 | 65 | 87 / 48 | 63 | 24 / 17 | 20 | 12 | 3,9 | - | 171,5 | |
| MP18 | 10:55 | 15 | 43 | 33 | 14 | 8 | 725 | 5,9 | 38,2 | 21 | 40 | - | 171,9 | 47,1 | 7,277 | 40 | 96 | 77 | 111 / 68 | 82 | 28 / 22 | 24 | 14 | 5,1 | - | 171,9 | |
| MP19 | 11:01 | 10 | 40 | 35 | 9 | 8 | 728 | 6,1 | 28,0 | 21 | 42 | - | 146,5 | 46,1 | 7,288 | 41 | 97 | 82 | 139 / 79 | 105 | 32 / 21 | 29 | 15 | 7,1 | - | 142,9 | |
| MP20 | 11:10 | 5 | 38 | 32 | 5 | 8 | 750 | 5,95 | 27,8 | 18 | 42 | - | 137,4 | 49,3 | 7,265 | 40 | 97 | 77 | 127 / 68 | 92 | 34 / 21 | 25 | 14 | 6,3 | - | 137,4 | |
| MP21 | 11:15 | 0 | 39 | 31 | 6 | 8 | 742 | 5,94 | 29,7 | 21 | 42 | - | 121 | 48,5 | 7,265 | 40 | 97 | 81 | 141 / 68 | 93 | 35 / 21 | 24 | 11 | 7 | - | 121,0 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Pat. Nr.: 5 Raucher: ja 20 / d Gewicht: 125 kg Größe: 164 cm Datum: 20.1.2001

| | Zeit | PEEP _e | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{syst/diast} | MAP | PAP _{syst/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|--------------------------|-----|---------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|
| MP0 | 8:40 | SpA | 0 | - | 0 | - | - | - | 0 | - | - | - | 69,2 | 47 | 7,389 | 21 | 98 | 70 | 125 / 70 | 82 | - / - | - | - | - | - | 131,8 |
| MP1 | 9:40 | 0 | 26 | 23 | 2 | 10 | 810 | 8,1 | 38,6 | 0 | 34 | 155 | 88,7 | 39,8 | 7,433 | 39 | 97 | 66 | 102 / 57 | 74 | 30 / 15 | 21 | 10 | 5,4 | - | 91,0 |
| MP2 | 10:01 | 5 | 29 | 26 | 6 | 10 | 800 | 8 | 40,0 | 0 | 36 | 152 | 95,6 | 41 | 7,419 | 40 | 99 | 62 | 116 / 66 | 85 | 33 / 14 | 22 | 11 | 5,5 | - | 95,6 |
| MP3 | 10:09 | 10 | 32 | 29 | 11 | 10 | 820 | 8,1 | 45,6 | 0 | 35 | 150 | 94,6 | 41,4 | 7,415 | 39 | 100 | 63 | 122 / 70 | 91 | 33 / 15 | 23 | 11 | 5,1 | - | 97,0 |
| MP4 | 10:17 | 15 | 35 | 32 | 16 | 10 | 820 | 8,1 | 51,3 | 0 | 36 | 136 | 102 | 41,5 | 7,409 | 39 | 100 | 62 | 123 / 70 | 91 | 37 / 19 | 26 | 12 | 5,1 | - | 104,6 |
| MP5 | 10:25 | 20 | 49 | 42 | 20 | 10 | 1526 | 16,98 | 69,4 | 0 | 35 | 152 | - | - | - | 39 | 100 | 67 | 130 / 76 | 98 | 36 / 23 | 28 | 15 | 4,9 | - | - |
| MP6 | 10:40 | 15 | 35 | 29 | 16 | 10 | 830 | 8,3 | 63,8 | 0 | 36 | 165 | 131,4 | 41,9 | 7,397 | 39 | 100 | 68 | 129 / 73 | 96 | 35 / 20 | 27 | 11 | 5,8 | - | 134,8 |
| MP7 | 10:43 | 10 | 32 | 26 | 11 | 10 | 830 | 8,2 | 55,3 | 0 | 37 | 166 | 111,7 | 41,8 | 7,396 | 39 | 100 | 71 | 136 / 77 | 103 | 35 / 20 | 27 | 11 | 5,9 | - | 114,6 |
| MP8 | 10:46 | 5 | 28 | 24 | 6 | 10 | 830 | 7,9 | 46,1 | 0 | 39 | 168 | 93,7 | 42,8 | 7,393 | 38 | 100 | 72 | 141 / 81 | 106 | 37 / 20 | 27 | 10 | 6,2 | - | 98,6 |
| MP9 | 10:50 | 0 | 29 | 25 | 2 | 10 | 820 | 8,2 | 35,7 | 0 | 39 | 166 | 95,4 | 43,4 | 7,39 | 39 | 100 | 74 | 150 / 84 | 113 | 39 / 22 | 30 | 11 | 6 | - | 97,8 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | 11:50 | 0 | 39 | 29 | 1 | 12 | 700 | 8,4 | 25,0 | 23 | 39 | 225 | 118,7 | 48,4 | 7,322 | 40 | 99 | 70 | 126 / 72 | 92 | 44 / 25 | 33 | 17 | 6 | - | 118,7 |
| MP12 | 11:55 | 5 | 40 | 30 | 5 | 12 | 701 | 8,3 | 28,0 | 20 | 40 | 228 | 112,5 | 49 | 7,322 | 40 | 99 | 69 | 123 / 68 | 90 | 42 / 22 | 30 | 14 | 6,4 | - | 112,5 |
| MP13 | 11:59 | 10 | 40 | 31 | 10 | 12 | 713 | 8,5 | 34,0 | 17 | 39 | 229 | 117,5 | 47,5 | 7,33 | 41 | 99 | 73 | 125 / 71 | 93 | 42 / 25 | 33 | 17 | 6 | - | 114,6 |
| MP14 | 12:04 | 15 | 44 | 33 | 15 | 12 | 688 | 8,28 | 38,2 | 20 | 39 | 233 | 121,8 | 47,7 | 7,324 | 41 | 99 | 72 | 133 / 74 | 97 | 46 / 28 | 35 | 17 | 6 | - | 118,8 |
| MP15 | 12:08 | 20 | 43 | 34 | 19 | 12 | 702 | 8,42 | 46,8 | 18 | 37 | 233 | 164,5 | 46,6 | 7,334 | 40 | 99 | 77 | 108 / 60 | 78 | 41 / 23 | 30 | 11 | 5,2 | - | 164,5 |
| MP16 | 12:12 | 20 | 61 | 59 | 22 | 12 | 1212 | 15,54 | 32,8 | 21 | 28 | 381 | - | - | - | 40 | 100 | 82 | 136 / 79 | 102 | 48 / 34 | 40 | 20 | 4,2 | - | - |
| MP17 | 12:17 | 20 | 47 | 35 | 20 | 12 | 701 | 8,22 | 46,7 | 24 | 34 | 231 | 181,1 | 41,8 | 7,369 | 41 | 100 | 81 | 140 / 87 | 110 | 37 / 25 | 31 | 18 | 4,6 | - | 176,7 |
| MP18 | 12:20 | 15 | 48 | 36 | 14 | 12 | 690 | 8,3 | 31,4 | 23 | 37 | 234 | 155,7 | 45,6 | 7,343 | 40 | 100 | 80 | 137 / 80 | 105 | 42 / 27 | 34 | 17 | 6,1 | - | 155,7 |
| MP19 | 12:26 | 10 | 42 | 30 | 10 | 12 | 698 | 8,39 | 34,9 | 20 | 38 | 233 | 122,7 | 47,5 | 7,326 | 41 | 99 | 84 | 139 / 84 | 107 | 29 / 26 | 33 | 18 | 7,1 | - | 119,7 |
| MP20 | 12:32 | 5 | 42 | 32 | 6 | 12 | 709 | 8,54 | 27,3 | 20 | 39 | 232 | 115,3 | 48,2 | 7,319 | 40 | 98 | 87 | 136 / 81 | 105 | 40 / 26 | 33 | 17 | 7 | - | 115,3 |
| MP21 | 12:35 | 0 | 45 | 31 | 1 | 12 | 697 | 8,48 | 23,2 | 20 | 39 | 212 | 114,1 | 49,4 | 7,309 | 40 | 98 | 89 | 133 / 80 | 101 | 36 / 23 | 29 | 16 | 6,9 | - | 114,1 |
| MP22 | 12:42 | 20 | 61 | 59 | 20 | 12 | 1403 | 16,79 | 36,0 | 21 | 26 | 342 | - | - | - | 41 | 99 | 98 | 96 / 61 | 88 | 44 / 34 | 38 | 22 | 3,2 | - | - |
| MP22a | 12:52 | 20 | 39 | 33 | 20 | 12 | 722 | 8,54 | 55,5 | 21 | 37 | 216 | 163,7 | 45,4 | 7,331 | 41 | 99 | 92 | 116 / 80 | 97 | 35 / 27 | 31 | 16 | 6,5 | - | 159,7 |
| MP22b | 13:05 | 20 | 42 | 36 | 20 | 12 | 711 | 8,53 | 44,4 | 21 | 36 | 228 | 166,6 | 46,7 | 7,318 | 41 | 100 | 88 | 118 / 76 | 95 | 40 / 29 | 34 | 18 | 6 | - | 162,5 |
| MP22c | 13:35 | 20 | 41 | 36 | 20 | 12 | 707 | 8,41 | 44,2 | 20 | 36 | 235 | 174,1 | 47,2 | 7,314 | 41 | 100 | 92 | 123 / 77 | 96 | 40 / 30 | 35 | 17 | 6,8 | - | 169,9 |
| MP23 | 14:40 | 0 | 26 | 20 | 1 | 14 | 701 | 9,77 | 36,9 | 0 | 37 | 243 | 117,5 | 44,6 | 7,338 | 41 | 99 | 91 | 136 / 74 | 100 | 35 / 17 | 27 | 9 | 8 | - | 114,6 |

Pat. Nr.: 6 Raucher: nein Gewicht: 112 kg Größe: 159 cm Datum: 19.3.2001

| | Zeit | PEEP _e | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{syst/diast} | MAP | PAP _{syst/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|--------------------------|-----|---------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|
| MP0 | 8:15 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 74,5 | 45,5 | 7,42 | 21 | 98 | 80 | 180 / 85 | 120 | - / - | - | - | - | - | 141,9 |
| MP1 | 9:25 | 0 | 23 | 23 | 2 | 10 | 670 | 6,6 | 31,9 | 0 | 31 | 158 | 128,1 | 34,6 | 7,495 | 42 | 98 | 68 | 101 / 60 | 77 | 21 / 15 | 17 | 15 | 5,6 | 16 | 122,0 |
| MP2 | 9:40 | 5 | 25 | 25 | 5 | 10 | 690 | 6,7 | 34,5 | 0 | 31 | 148 | 111,7 | 35,4 | 7,489 | 42 | 98 | 65 | 99 / 60 | 76 | 28 / 19 | 24 | 14 | 5,6 | 14 | 106,4 |
| MP3 | 9:44 | 10 | 29 | 28 | 11 | 10 | 650 | 6,5 | 38,2 | 0 | 31 | 133 | 126,4 | 34,8 | 7,481 | 43 | 98 | 65 | 99 / 58 | 74 | 29 / 20 | 25 | 14 | 5,3 | 15 | 117,6 |
| MP4 | 9:48 | 15 | 33 | 33 | 16 | 10 | 650 | 6,5 | 38,2 | 0 | 30 | 146 | 133,9 | 36 | 7,483 | 42 | 98 | 64 | 100 / 61 | 77 | 30 / 21 | 25 | 17 | 5,5 | 16 | 127,5 |
| MP5 | 9:51 | 20 | 49 | 49 | 20 | 10 | 1250 | 12,8 | 43,1 | 0 | 25 | 263 | - | - | - | 42 | 99 | 67 | 100 / 62 | 76 | 37 / 24 | 28 | 19 | 4,6 | 16 | - |
| MP6 | 9:55 | 15 | 28 | 28 | 15 | 10 | 680 | 6,8 | 52,3 | 0 | 29 | 153 | 243,4 | 32,3 | 7,511 | 42 | 99 | 64 | 107 / 68 | 85 | 32 / 23 | 28 | 18 | 4,6 | 19 | 231,8 |
| MP7 | 9:57 | 10 | 24 | 24 | 10 | 10 | 690 | 6,9 | 49,3 | 0 | 30 | 164 | 215,4 | 33,6 | 7,497 | 42 | 99 | 62 | 101 / 60 | 77 | 32 / 21 | 26 | 17 | 5,2 | 18 | 205,1 |
| MP8 | 10:01 | 5 | 22 | 22 | 5 | 10 | 690 | 6,8 | 40,6 | 0 | 30 | 161 | 158,9 | 34,3 | 7,489 | 42 | 98 | 66 | 106 / 64 | 82 | 31 / 21 | 25 | 16 | 5,3 | 17 | 151,3 |
| MP9 | 10:04 | 0 | 22 | 22 | 2 | 10 | 680 | 6,8 | 34,0 | 0 | 30 | 159 | 147,4 | 34,1 | 7,486 | 43 | 98 | 68 | 107 / 64 | 83 | 27 / 20 | 25 | 16 | 5,5 | 17 | 137,1 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | 11:12 | 0 | 35 | 33 | 1 | 10 | 670 | 6,6 | 20,9 | 19 | 36 | 163 | 114,3 | 41,7 | 7,386 | 35 | 98 | 71 | 100 / 63 | 80 | 29 / 20 | 24 | 16 | 6,7 | 16 | 130,6 |
| MP12 | 11:18 | 5 | 31 | 29 | 5 | 10 | 650 | 6,5 | 27,1 | 18 | 36 | 168 | 109,4 | 43,4 | 7,372 | 34 | 99 | 77 | 108 / 61 | 80 | 33 / 20 | 26 | 16 | 6,9 | 15 | 128,7 |
| MP13 | 11:22 | 10 | 34 | 32 | 10 | 10 | 640 | 6,4 | 29,1 | 17 | 39 | 169 | 104,3 | 43,9 | 7,37 | 33 | 98 | 72 | 97 / 56 | 73 | 30 / 23 | 26 | 19 | 7,9 | 20 | 126,4 |
| MP14 | 11:27 | 15 | 37 | 35 | 15 | 10 | 690 | 5,7 | 34,5 | 20 | 39 | 173 | 115 | 49,2 | 7,331 | 32 | 100 | 73 | 100 / 58 | 75 | 38 / 24 | 28 | 19 | 7,9 | 21 | 143,8 |
| MP15 | 11:38 | 20 | 39 | 37 | 20 | 10 | 660 | 6,8 | 38,8 | 20 | 41 | 198 | 115,5 | 48,8 | 7,33 | 32 | 100 | 69 | 104 / 60 | 77 | 39 / 24 | 29 | 20 | 6,5 | - | 144,4 |
| MP16 | 11:43 | 20 | 54 | 49 | 20 | 10 | 1270 | 12,4 | 43,8 | 21 | 33 | 300 | - | - | - | 32 | 100 | 67 | 94 / 55 | 68 | 37 / 24 | 29 | 21 | 5,1 | - | - |
| MP17 | 11:46 | 20 | 36 | 34 | 20 | 10 | 760 | 6,7 | 54,3 | 19 | 39 | 199 | 141,4 | 47,4 | 7,338 | 31 | 100 | 70 | 92 / 56 | 70 | 30 / 20 | 24 | 18 | 5,3 | - | 182,5 |
| MP18 | 11:51 | 15 | 36 | 34 | 15 | 10 | 670 | 6,6 | 35,3 | 18 | 45 | 237 | 121,9 | 55,6 | 7,284 | 31 | 100 | 73 | 119 / 71 | 91 | 25 / 25 | 29 | 18 | 6,8 | - | 157,3 |
| MP19 | 11:56 | 10 | 33 | 27 | 10 | 10 | 610 | 6,4 | 35,9 | 19 | 50 | 250 | 113,6 | 55,9 | 7,28 | 30 | 100 | 81 | 131 / 75 | 100 | 39 / 22 | 29 | 19 | 7,4 | - | 151,5 |
| MP20 | 11:59 | 5 | 32 | 32 | 5 | 10 | 630 | 6,1 | 23,3 | 20 | 55 | 252 | 114,8 | 61,8 | 7,243 | 31 | 100 | 81 | 126 / 70 | 95 | 30 / 15 | 22 | 19 | 8,1 | 16 | 148,1 |
| MP21 | 12:03 | 0 | 28 | 17 | 0 | 10 | 610 | 7,1 | 35,9 | 19 | 57 | 280 | 111,3 | 60,9 | 7,247 | 29 | 99 | 79 | 106 / 63 | 84 | 38 / 18 | 30 | 16 | 8,3 | - | 153,5 |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP23 | 12:15 | 0 | 23 | 21 | 1 | 10 | 610 | 8,1 | 30,5 | 0 | 35 | - | 128,9 | 56,1 | 7,2 | | | | | | | | | | | |

Pat. Nr.: 7 Raucher: nein Gewicht: 144 kg Größe: 178 cm Datum: 23.4.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|
| MP0 | 10:50 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | - | - | - | 21 | 99 | 110 | 150 / 90 | - | - / - | - | - | - | - | - |
| MP1 | 12:00 | 0 | 23 | 23 | 1 | 10 | 690 | 7 | 31,4 | 0 | 37 | 203 | 119,7 | 41 | 7,387 | 44 | 99 | 62 | 100 / 60 | 71 | 28 / 17 | 21 | 12 | 5,5 | 12 | 108,8 |
| MP2 | 12:10 | 5 | 25 | 23 | 5 | 10 | 700 | 6,7 | 38,9 | 0 | 38 | 195 | 123 | 40 | 7,393 | 43 | 99 | 63 | 102 / 64 | 72 | 31 / 17 | 22 | 12 | 5,8 | 15 | 114,4 |
| MP3 | 12:16 | 10 | 28 | 26 | 10 | 10 | 690 | 6,8 | 43,1 | 0 | 38 | 205 | 134,4 | 40,4 | 7,385 | 42 | 99 | 61 | 104 / 65 | 76 | 32 / 20 | 24 | 12 | 5,7 | 17 | 128,0 |
| MP4 | 12:22 | 15 | 31 | 30 | 15 | 10 | 690 | 6,8 | 46,0 | 0 | 37 | 203 | 150,2 | 39,9 | 7,388 | 42 | 99 | 61 | 104 / 64 | 75 | 25 / 18 | 21 | 12 | 5,4 | 18 | 143,0 |
| MP5 | 12:30 | 20 | 45 | 41 | 20 | 10 | 1250 | 12,7 | 59,5 | 0 | 29 | 330 | - | - | - | 41 | 99 | 51 | 107 / 64 | 74 | 33 / 22 | 27 | 14 | 4,8 | 16 | - |
| MP6 | 12:35 | 15 | 26 | 24 | 15 | 10 | 690 | 7,3 | 76,7 | 0 | 34 | 200 | 211,5 | 37,7 | 7,403 | 42 | 100 | 57 | 103 / 63 | 75 | 28 / 19 | 22 | 12 | 5,1 | 16 | 201,4 |
| MP7 | 12:40 | 10 | 23 | 21 | 10 | 10 | 710 | 7 | 64,5 | 0 | 36 | 212 | 188,2 | 37,9 | 7,398 | 41 | 100 | 58 | 111 / 66 | 79 | 27 / 18 | 21 | 12 | 5,1 | 17 | 183,6 |
| MP8 | 12:44 | 5 | 20 | 18 | 4 | 10 | 700 | 7,8 | 50,0 | 0 | 35 | 225 | 138,4 | 38,5 | 7,388 | 41 | 100 | 56 | 107 / 65 | 78 | 28 / 18 | 21 | 12 | 5,2 | 17 | 135,0 |
| MP9 | 12:47 | 0 | 21 | 19 | 1 | 10 | 700 | 7 | 38,9 | 0 | 36 | 209 | 142,3 | 39,9 | 7,38 | 41 | 99 | 60 | 115 / 67 | 81 | 27 / 18 | 22 | 12 | 5,7 | 14 | 138,8 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | 13:30 | 0 | 34 | 25 | 1 | 10 | 689 | 6,81 | 28,7 | 19 | 46 | 202 | 109,1 | 46,9 | 7,317 | 40 | 99 | 62 | 134 / 80 | 95 | 22 / 19 | 24 | 11 | 5,5 | 16 | 109,1 |
| MP12 | 13:46 | 5 | 35 | 29 | 4 | 12 | 695 | 8,18 | 27,8 | 20 | 47 | 240 | 112,6 | 46,8 | 7,295 | 39 | 98 | 71 | 114 / 62 | 78 | 31 / 16 | 24 | 10 | 5,9 | 15 | 115,5 |
| MP13 | 13:54 | 10 | 40 | 33 | 10 | 12 | 702 | 8,26 | 30,5 | 19 | 45 | 271 | 112,7 | 45,2 | 7,302 | 40 | 99 | 76 | 116 / 65 | 81 | 31 / 20 | 26 | 12 | 5,8 | 15 | 112,7 |
| MP14 | 13:59 | 15 | 38 | 34 | 15 | 12 | 706 | 8,48 | 37,2 | 20 | 46 | 266 | 119,6 | 47,8 | 7,286 | 40 | 99 | 71 | 110 / 63 | 77 | 31 / 21 | 25 | 10 | 5,7 | 18 | 119,6 |
| MP15 | 14:06 | 20 | 42 | 37 | 20 | 12 | 706 | 8,42 | 41,5 | 20 | 45 | 273 | 141,9 | 46,2 | 7,285 | 40 | 100 | 72 | 114 / 64 | 78 | 29 / 17 | 24 | 11 | 6,2 | 14 | 141,9 |
| MP16 | 14:10 | 20 | 59 | 59 | 22 | 12 | 1626 | 20,41 | 43,9 | 19 | 26 | 499 | - | - | - | 39 | 99 | 71 | 81 / 47 | 56 | 15 / 10 | 14 | 13 | 5,1 | - | - |
| MP17 | 14:10 | 20 | 37 | 32 | 20 | 12 | 706 | 8,47 | 58,8 | 19 | 43 | 242 | 180,5 | 43,6 | 7,313 | 40 | 100 | 70 | 111 / 66 | 79 | 18 / 14 | 16 | 9 | 6,3 | 16 | 180,5 |
| MP18 | 14:20 | 15 | 34 | 29 | 15 | 12 | 711 | 8,46 | 50,8 | 18 | 44 | 280 | 162,6 | 43,9 | 7,297 | 40 | 100 | 68 | 101 / 80 | 86 | 28 / 19 | 22 | 9 | 5,6 | 14 | 162,6 |
| MP19 | 14:28 | 10 | 36 | 31 | 10 | 12 | 703 | 8,44 | 33,5 | 20 | 45 | 264 | 152,8 | 44,8 | 7,295 | 40 | 100 | 75 | 88 / 58 | 68 | 26 / 18 | 21 | 10 | 5,9 | 15 | 152,8 |
| MP20 | 14:33 | 5 | 36 | 31 | 5 | 12 | 691 | 8,29 | 26,6 | 19 | 44 | 257 | 128 | 47,4 | 7,276 | 40 | 99 | 77 | 99 / 60 | 73 | 28 / 17 | 21 | 9 | 6,2 | 14 | 128,0 |
| MP21 | 14:40 | 0 | 34 | 30 | 1 | 12 | 700 | 8,4 | 24,1 | 21 | 47 | 256 | 120,4 | 50,5 | 7,257 | 40 | 99 | 77 | 97 / 64 | 77 | 30 / 19 | 23 | 10 | 6,4 | 15 | 120,4 |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |

Pat. Nr.: 8 Raucher: ja 30 / d Gewicht: 200 kg Größe: 180 cm Datum: 30.4.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|
| MP0 | 11:05 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 92 | 39,2 | 7,421 | 21 | 99 | 72 | 160 / 69 | 92 | - / - | - | - | - | - | 175,2 |
| MP1 | 12:35 | 0 | 32 | 28 | 2 | 12 | 750 | 8,5 | 28,8 | 0 | 36 | 250 | 58,8 | 43,2 | 7,38 | 40 | 91 | 71 | 100 / 46 | 63 | 35 / 18 | 26 | 12 | 8,5 | 14 | 58,8 |
| MP2 | 12:40 | 5 | 32 | 29 | 5 | 12 | 750 | 9,2 | 31,3 | 0 | 35 | 248 | 59,9 | 42,4 | 7,39 | 37 | 91 | 68 | 104 / 46 | 63 | 36 / 17 | 25 | 13 | 7,9 | 16 | 64,8 |
| MP3 | 12:45 | 10 | 33 | 30 | 10 | 12 | 750 | 9,2 | 37,5 | 0 | 35 | 253 | 66,6 | 40,8 | 7,4 | 40 | 92 | 64 | 100 / 45 | 61 | 36 / 20 | 27 | 13 | 7,6 | 22 | 66,6 |
| MP4 | 12:54 | 15 | 34 | 33 | 15 | 12 | 750 | 8,9 | 41,7 | 0 | 34 | 234 | 74,5 | 40,1 | 7,408 | 40 | 94 | 65 | 108 / 51 | 61 | 35 / 18 | 25 | 14 | 6,8 | 24 | 74,5 |
| MP5 | 13:00 | 20 | 48 | 40 | 20 | 12 | 1130 | 12,7 | 56,5 | 0 | 35 | 310 | - | - | - | 41 | 98 | 54 | 80 / 38 | 50 | 35 / 19 | 25 | 17 | 5,1 | 19 | - |
| MP6 | 13:04 | 15 | 35 | 29 | 15 | 12 | 680 | 8,8 | 48,6 | 0 | 33 | 244 | 137,1 | 37,3 | 7,424 | 40 | 99 | 60 | 97 / 46 | 60 | 34 / 17 | 24 | 15 | 6,1 | - | 137,1 |
| MP7 | 13:07 | 10 | 28 | 23 | 10 | 12 | 770 | 9,2 | 59,2 | 0 | 33 | 245 | 87,5 | 39 | 7,415 | 41 | 97 | 57 | 98 / 48 | 60 | 31 / 16 | 22 | 14 | 6,7 | 13 | 85,4 |
| MP8 | 13:10 | 5 | 29 | 24 | 5 | 12 | 770 | 9,1 | 40,5 | 0 | 32 | 248 | 85,6 | 37,5 | 7,428 | 41 | 97 | 59 | 101 / 50 | 63 | 33 / 17 | 23 | 14 | 6,9 | - | 83,5 |
| MP9 | 13:14 | 0 | 29 | 24 | 2 | 12 | 770 | 8,7 | 35,0 | 0 | 32 | 234 | 91 | 38,1 | 7,419 | 41 | 97 | 58 | 93 / 47 | 60 | 33 / 17 | 24 | 14 | 6,7 | 16 | 88,8 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | 13:56 | 0 | 49 | 39 | 2 | 12 | 771 | 8,93 | 20,8 | 19 | 33 | 257 | 76 | 39,7 | 7,394 | 40 | 95 | 60 | 102 / 50 | 65 | 22 / 13 | 17 | 13 | 4,7 | 12 | 76,0 |
| MP12 | 14:02 | 5 | 39 | 32 | 5 | 12 | 742 | 8,87 | 27,5 | 21 | 33 | 254 | 69,9 | 39,8 | 7,388 | 40 | 97 | 62 | 102 / 55 | 62 | 20 / 16 | 15 | 12 | 4,3 | 9 | 69,9 |
| MP13 | 14:08 | 10 | 45 | 37 | 10 | 12 | 747 | 8,88 | 27,7 | 23 | 33 | 254 | 72,2 | 39,2 | 7,391 | 40 | 96 | 62 | 100 / 51 | 65 | 22 / 17 | 19 | 14 | 4,4 | 9 | 72,2 |
| MP14 | 14:13 | 15 | 44 | 36 | 16 | 12 | 759 | 8,89 | 38,0 | 20 | 35 | 260 | 79,3 | 37,6 | 7,392 | 40 | 96 | 63 | 80 / 40 | 51 | 23 / 17 | 19 | 13 | 4,4 | 10 | 79,3 |
| MP15 | 14:19 | 20 | 45 | 35 | 21 | 12 | 765 | 9,12 | 54,6 | 21 | 34 | 257 | 88,4 | 37,4 | 7,387 | 40 | 99 | 62 | 81 / 39 | 51 | 23 / 16 | 19 | 13 | 4 | 10 | 88,4 |
| MP16 | 14:25 | 20 | 58 | 57 | 23 | 12 | 1418 | 17,22 | 41,7 | 20 | 24 | 376 | - | - | - | 40 | 100 | 62 | 60 / 29 | 38 | 21 / 14 | 18 | 19 | 3,3 | - | - |
| MP17 | 14:29 | 20 | 40 | 34 | 20 | 12 | 755 | 9,02 | 53,9 | 23 | 31 | 244 | 97,4 | 37,3 | 7,395 | 40 | 100 | 68 | 78 / 42 | 53 | 21 / 16 | 19 | 14 | 4,9 | 10 | 97,4 |
| MP18 | 14:34 | 15 | 36 | 31 | 16 | 12 | 759 | 9,22 | 50,6 | 17 | 36 | 272 | 119,3 | 39,8 | 7,374 | 40 | 100 | 67 | 96 / 49 | 62 | 20 / 13 | 17 | 10 | 5,8 | 11 | 119,3 |
| MP19 | 14:38 | 10 | 35 | 30 | 9 | 12 | 738 | 8,89 | 35,1 | 16 | 35 | 267 | 79,7 | 40,6 | 7,367 | 40 | 98 | 70 | 94 / 48 | 61 | 26 / 16 | 21 | 11 | 5,5 | 9 | 79,7 |
| MP20 | 14:41 | 5 | 33 | 27 | 5 | 12 | 694 | 8,33 | 31,5 | 17 | 36 | 260 | 88,5 | 41,2 | 7,365 | 41 | 98 | 70 | 99 / 48 | 63 | 26 / 14 | 19 | 11 | 6 | 10 | 86,3 |
| MP21 | 14:45 | 0 | 34 | 28 | 1 | 12 | 756 | 9,07 | 28,0 | 12 | 35 | 262 | 91,5 | 40,7 | 7,364 | 40 | 99 | 67 | 92 / 45 | 58 | 26 / 14 | 18 | 9 | 5,2 | 8 | 91,5 |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |

Pat. Nr.: 9 Raucher: ja 20 / d Gewicht: 180 kg Größe: 172 cm Datum: 5.6.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|------|------|-----------------------|
| MP0 | 11:15 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 66,1 | 41,5 | 7,416 | 21 | 96 | 70 | 171 / 66 | 98 | - / - | - | - | - | - | 125,9 |
| MP1 | 13:25 | 0 | 30 | 30 | 0 | 12 | 540 | 6,5 | 18,0 | 0 | 49 | 208 | 67,7 | 56,3 | 7,287 | 42 | 92 | 78 | 120 / 57 | 74 | 51 / 26 | 35 | 18 | 9,4 | 18 | 64,5 |
| MP2 | 13:30 | 5 | 30 | 30 | 3 | 12 | 460 | 6,1 | 17,0 | 0 | 49 | 215 | 69,1 | 56 | 7,287 | 41 | 92 | 72 | 123 / 58 | 75 | 54 / 27 | 36 | 18 | 9,6 | 18 | 67,4 |
| MP3 | 13:35 | 10 | 30 | 29 | 10 | 12 | 510 | 6 | 26,8 | 0 | 49 | 191 | 71,5 | 55,5 | 7,285 | 42 | 93 | 75 | 130 / 65 | 83 | 54 / 28 | 38 | 16 | 10,1 | 18 | 68,1 |
| MP4 | 13:40 | 15 | 41 | 37 | 15 | 12 | 700 | 8,2 | 31,8 | 0 | 47 | 231 | 82,2 | 53,7 | 7,295 | 40 | 95 | 70 | 141 / 61 | 82 | 50 / 28 | 36 | 16 | 10,3 | 18 | 82,2 |
| MP5 | 13:45 | 20 | 48 | 46 | 20 | 12 | 1040 | 12,3 | 40,0 | 0 | 41 | 311 | - | - | - | 40 | 98 | 66 | 152 / 63 | 84 | 44 / 25 | 34 | 18 | 8,9 | 19 | - |
| MP6 | 13:50 | 15 | 34 | 29 | 15 | 12 | 680 | 8,1 | 48,6 | 0 | 41 | 262 | 108 | 47,9 | 7,334 | 40 | 99 | 71 | 159 / 70 | 95 | 43 / 24 | 32 | 17 | 9,5 | 22 | 108,0 |
| MP7 | 13:53 | 10 | 32 | 28 | 10 | 12 | 680 | 8,3 | 37,8 | 0 | 41 | 265 | 86 | 47,6 | 7,336 | 40 | 97 | 67 | 164 / 73 | 99 | 45 / 25 | 35 | 18 | 9,6 | 21 | 86,0 |
| MP8 | 13:58 | 5 | 34 | 31 | 5 | 12 | 720 | 8,6 | 27,7 | 0 | 42 | 256 | 84,7 | 51,3 | 7,315 | 40 | 98 | 74 | 185 / 86 | 111 | 52 / 30 | 39 | 16 | 9,7 | 21 | 84,7 |
| MP9 | 14:03 | 0 | 33 | 28 | 1 | 12 | 700 | 8,4 | 25,9 | 0 | 43 | 280 | 92,7 | 49,5 | 7,327 | 39 | 98 | 73 | 166 / 70 | 99 | 46 / 24 | 33 | 17 | 10,5 | 18 | 95,1 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP12 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP13 | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP14 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP15 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP16 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP17 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP18 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP19 | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP20 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP21 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |

Pat. Nr.: 10 Raucher: nein Gewicht: 130 kg Größe: 164 cm Datum: 18.6.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|
| MP0 | - | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - |
| MP1 | 10:15 | 0 | 24 | 24 | 2 | 13 | 600 | 8 | 27,3 | 0 | 34 | 204 | 119,6 | 43,7 | 7,321 | 99 | 100 | 71 | 93 / 59 | 72 | - / - | 28 | 15 | 5,2 | 11 | 169,5 |
| MP2 | 10:25 | 5 | 26 | 23 | 6 | 13 | 610 | 7,9 | 35,9 | 0 | 36 | 193 | 153,8 | 42,6 | 7,334 | 65 | 99 | 68 | 94 / 59 | 72 | - / - | 32 | 15 | 5 | 12 | 94,6 |
| MP3 | 10:32 | 10 | 29 | 27 | 11 | 13 | 610 | 7,8 | 38,1 | 0 | 37 | 190 | 148 | 42,3 | 7,33 | 44 | 99 | 66 | 96 / 57 | 71 | - / - | 34 | 17 | 4,9 | 13 | 134,5 |
| MP4 | 10:37 | 15 | 33 | 30 | 16 | 13 | 600 | 7,7 | 42,9 | 0 | 36 | 197 | 163,3 | 42,4 | 7,329 | 44 | 99 | 65 | 94 / 60 | 73 | - / - | 34 | 18 | 4,9 | 14 | 148,5 |
| MP5 | 10:42 | 20 | 52 | 52 | 19 | 13 | 1320 | 16,9 | 40,0 | 0 | 27 | 360 | - | - | - | 42 | 100 | 72 | 81 / 51 | 61 | - / - | 33 | 19 | 4,5 | 17 | - |
| MP6 | 10:50 | 15 | 27 | 24 | 15 | 13 | 620 | 8 | 68,9 | 0 | 31 | 182 | 222,1 | 35,3 | 7,373 | 42 | 100 | 69 | 90 / 57 | 69 | - / - | 28 | 18 | 4,6 | 14 | 211,5 |
| MP7 | 10:55 | 10 | 24 | 21 | 11 | 13 | 620 | 8 | 62,0 | 0 | 32 | 187 | 189,8 | 37,3 | 7,363 | 42 | 99 | 66 | 95 / 63 | 77 | - / - | 29 | 18 | 4,6 | 14 | 180,8 |
| MP8 | 10:59 | 5 | 24 | 21 | 5 | 13 | 620 | 8 | 38,8 | 0 | 32 | 186 | 164,2 | 37,9 | 7,353 | 42 | 99 | 65 | 91 / 66 | 77 | - / - | 29 | 19 | 4,8 | 14 | 156,4 |
| MP9 | 11:04 | 0 | 24 | 21 | 2 | 13 | 620 | 7,9 | 32,6 | 0 | 33 | 185 | 164,2 | 37,7 | 7,352 | 42 | 99 | 64 | 90 / 54 | 68 | - / - | 30 | 19 | 4,7 | 15 | 156,4 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | 11:50 | 0 | 34 | 31 | 2 | 13 | 600 | 7,8 | 20,7 | 21 | 38 | 220 | 183,9 | 45,3 | 7,29 | 48 | 100 | 81 | 112 / 85 | 99 | 15 / 5 | 10 | - | 6,6 | - | 153,3 |
| MP12 | 12:00 | 5 | 29 | 26 | 5 | 13 | 590 | 7,7 | 28,1 | 16 | 43 | 240 | 134,8 | 48,2 | 7,264 | 45 | 100 | 88 | 176 / 93 | 128 | - / - | - | - | 7,7 | - | 119,8 |
| MP13 | 12:10 | 10 | 37 | 34 | 10 | 13 | 610 | 7,8 | 25,4 | 20 | 40 | 219 | 146 | 44,9 | 7,279 | 40 | 100 | 105 | 124 / 75 | 94 | 19 / 10 | 14 | 7 | 7 | - | 146,0 |
| MP14 | 12:22 | 15 | 37 | 34 | 15 | 13 | 590 | 7,5 | 31,1 | 20 | 40 | 214 | 149,4 | 47,1 | 7,268 | 40 | 100 | 106 | 124 / 74 | 95 | 25 / 16 | 21 | 10 | 6,8 | - | 149,4 |
| MP15 | 12:30 | 20 | 41 | 38 | 20 | 13 | 580 | 7,6 | 32,2 | 21 | 40 | 206 | 165,5 | 46,1 | 7,271 | 40 | 100 | 110 | 128 / 74 | 97 | 25 / 16 | 21 | 13 | 7,1 | - | 165,5 |
| MP16 | 12:35 | 20 | 57 | 52 | 20 | 13 | 1240 | 16,5 | 38,8 | 23 | 28 | 375 | - | - | - | 39 | 100 | 120 | 114 / 78 | 94 | 23 / 16 | 19 | 15 | 4,9 | - | - |
| MP17 | 12:42 | 20 | 38 | 35 | 20 | 13 | 630 | 7,7 | 42,0 | 19 | 38 | 222 | 191,4 | 43,1 | 7,285 | 40 | 100 | 110 | 121 / 75 | 95 | 19 / 14 | 16 | 11 | 6,1 | 13 | 191,4 |
| MP18 | 12:46 | 15 | 35 | 32 | 15 | 13 | 580 | 7,9 | 34,1 | 20 | 38 | 231 | 165,3 | 44,9 | 7,268 | 40 | 100 | 106 | 120 / 74 | 94 | 26 / 15 | 21 | 8 | 6,7 | 10 | 165,3 |
| MP19 | 12:55 | 10 | 31 | 28 | 10 | 13 | 620 | 8 | 34,4 | 17 | 39 | 235 | 142 | 45 | 7,272 | 39 | 100 | 110 | 128 / 77 | 97 | 27 / 16 | 21 | 10 | 7 | 13 | 145,6 |
| MP20 | 13:00 | 5 | 30 | 28 | 5 | 13 | 600 | 7,8 | 26,1 | 19 | 39 | 225 | 125,6 | 44,3 | 7,267 | 40 | 100 | 110 | 127 / 77 | 96 | 18 / 12 | 15 | 10 | 7,3 | 11 | 125,6 |
| MP21 | 13:05 | 0 | 31 | 29 | 2 | 13 | 590 | 7,6 | 21,9 | 18 | 39 | 224 | 129,1 | 43,3 | 7,281 | 39 | 99 | 109 | 116 / 79 | 94 | 30 / 16 | 22 | 12 | 7,4 | 10 | 132,4 |
| MP22 | 13:20 | 20 | 56 | 49 | 20 | 13 | 1100 | 16,1 | 37,9 | 20 | 30 | 284 | - | - | - | 40 | 100 | 108 | 108 / 72 | 85 | 29 / 20 | 23 | 14 | - | - | - |
| MP22a | 13:23 | 20 | 36 | 33 | 20 | 13 | 500 | 7 | 38,5 | 12 | 39 | 201 | 195,6 | 42,7 | 7,287 | 41 | 100 | 101 | 124 / 75 | 95 | 27 / 16 | 22 | 10 | 6,6 | 11 | 190,8 |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |

Pat. Nr.: 11 Raucher: nein Gewicht: 139 kg Größe: 150 cm Datum: 23.7.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|---|
| MP0 | 11:35 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 87,1 | 41,2 | 7,402 | 21 | 97 | 63 | 180 / 75 | 101 | - / - | - | - | - | - | 165,9 | |
| MP1 | 12:45 | 0 | 26 | 24 | 2 | 12 | 500 | 6,3 | 22,7 | 0 | 38 | 179 | 98,3 | 42 | 7,385 | 40 | 98 | 71 | 130 / 64 | 83 | 29 / 17 | 22 | 9 | 5,1 | 15 | 98,3 | |
| MP2 | 12:52 | 5 | 27 | 26 | 6 | 12 | 500 | 6,2 | 25,0 | 0 | 37 | 177 | 102,4 | 38,4 | 7,409 | 41 | 98 | 66 | 114 / 61 | 88 | 29 / 16 | 20 | 8 | 5 | 13 | 99,9 | |
| MP3 | 12:55 | 10 | 31 | 29 | 11 | 12 | 500 | 6,1 | 27,8 | 0 | 37 | 171 | 102,4 | 41 | 7,38 | 41 | 98 | 65 | 125 / 61 | 80 | 26 / 15 | 20 | 9 | 4,9 | 16 | 99,9 | |
| MP4 | 13:00 | 15 | 34 | 32 | 16 | 12 | 500 | 6 | 31,3 | 0 | 37 | 165 | 112,2 | 38,8 | 7,4 | 41 | 99 | 62 | 126 / 62 | 82 | 25 / 16 | 21 | 11 | 4,6 | 12 | 109,5 | |
| MP5 | 13:03 | 20 | 51 | 51 | 21 | 12 | 1140 | 13,4 | 38,0 | 0 | 25 | 232 | - | - | - | 41 | 100 | 50 | 122 / 59 | 78 | 31 / 21 | 25 | 16 | 3,7 | 13 | - | |
| MP6 | 13:07 | 15 | 28 | 26 | 15 | 12 | 510 | 5,9 | 46,4 | 0 | 32 | 225 | 174,8 | 33,3 | 7,445 | 41 | 100 | 57 | 124 / 63 | 85 | 24 / 18 | 21 | 10 | 4,1 | 18 | 170,5 | |
| MP7 | 13:11 | 10 | 26 | 23 | 10 | 12 | 520 | 6,2 | 40,0 | 0 | 34 | 158 | 128,4 | 36,2 | 7,42 | 41 | 99 | 59 | 125 / 63 | 85 | 21 / 14 | 18 | 10 | 4,7 | 13 | 125,3 | |
| MP8 | 13:15 | 5 | 26 | 23 | 5 | 12 | 510 | 6,1 | 28,3 | 0 | 36 | 165 | 109,4 | 39 | 7,392 | 41 | 99 | 59 | 135 / 67 | 90 | 25 / 14 | 19 | 10 | 4,6 | 14 | 106,7 | |
| MP9 | 13:20 | 0 | 25 | 23 | 2 | 12 | 500 | 6,1 | 23,8 | 0 | 36 | 167 | 125 | 39,1 | 7,39 | 41 | 98 | 67 | 147 / 71 | 95 | 26 / 15 | 20 | 10 | 4,6 | 14 | 122,0 | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 14:00 | 0 | 36 | 35 | 0 | 12 | 520 | 6,2 | 14,9 | 22 | 41 | 151 | 156,4 | 45,7 | 7,334 | 40 | 98 | 68 | 167 / 83 | 115 | 28 / 19 | 25 | 22 | 6,3 | 20 | 156,4 | |
| MP12 | 14:15 | 5 | 34 | 31 | 5 | 12 | 540 | 6,4 | 20,8 | 18 | 40 | 173 | 125,6 | 49,7 | 7,29 | 40 | 97 | 83 | 181 / 76 | 115 | 37 / 22 | 29 | 20 | 8 | 17 | 125,6 | |
| MP13 | 14:20 | 10 | 36 | 34 | 10 | 12 | 510 | 6,3 | 21,3 | 23 | 47 | 169 | 144,9 | 49,4 | 7,294 | 41 | 97 | 84 | 168 / 74 | 104 | 34 / 23 | 27 | 18 | 6,8 | 16 | 141,4 | |
| MP14 | 14:25 | 15 | 38 | 36 | 15 | 12 | 540 | 6,2 | 25,7 | 23 | 49 | 172 | 153,8 | 51,9 | 7,279 | 40 | 97 | 84 | 165 / 72 | 102 | 32 / 20 | 25 | 17 | 7 | 16 | 153,8 | |
| MP15 | 14:30 | 20 | 40 | 38 | 20 | 12 | 540 | 6,2 | 30,0 | 21 | 50 | 171 | 168,7 | 51,2 | 7,283 | 40 | 97 | 83 | 157 / 71 | 101 | 32 / 20 | 25 | 16 | 7,2 | 15 | 168,7 | |
| MP16 | 14:34 | 20 | 59 | 55 | 20 | 12 | 1320 | 15,4 | 37,7 | 24 | 36 | 270 | - | - | - | 40 | 98 | 88 | 177 / 82 | 106 | 21 / 13 | 19 | 18 | 5,7 | 9 | - | |
| MP17 | 14:38 | 20 | 35 | 31 | 20 | 12 | 510 | 6,7 | 46,4 | 18 | 40 | 296 | 205,4 | 45,9 | 7,327 | 40 | 98 | 79 | 159 / 75 | 101 | 19 / 12 | 15 | 11 | 5,7 | 4 | 205,4 | |
| MP18 | 14:43 | 15 | 37 | 34 | 15 | 12 | 480 | 6,1 | 25,3 | 22 | 45 | 192 | 190,7 | 49,9 | 7,283 | 40 | 97 | 81 | 170 / 71 | 102 | 22 / 15 | 19 | 13 | 6,3 | 12 | 190,7 | |
| MP19 | 14:49 | 10 | 28 | 27 | 10 | 12 | 520 | 6,3 | 30,6 | 16 | 48 | 202 | 178,7 | 46,7 | 7,282 | 40 | 98 | 80 | 165 / 70 | 104 | 23 / 15 | 19 | 11 | 6,7 | 9 | 178,7 | |
| MP20 | 14:54 | 5 | 30 | 28 | 5 | 12 | 550 | 6,6 | 23,9 | 14 | 49 | 202 | 187,1 | 50,8 | 7,269 | 40 | 97 | 84 | 161 / 77 | 108 | 27 / 17 | 20 | 11 | 6,7 | 9 | 187,1 | |
| MP21 | 14:57 | 0 | 34 | 31 | 0 | 12 | 540 | 6,5 | 17,4 | 20 | 50 | 205 | 171,2 | 52 | 7,266 | 40 | 97 | 85 | 162 / 78 | 110 | 25 / 14 | 20 | 11 | 6,4 | 9 | 171,2 | |
| MP22 | - | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22a | 15:06 | 20 | 34 | 34 | 20 | 12 | 520 | 6,1 | 37,1 | 13 | 42 | 261 | 236,3 | 46,9 | 7,292 | 40 | 98 | 83 | 89 / 56 | 62 | 14 / 8 | 11 | 7 | 4,5 | 11 | 236,3 | |
| MP22b | 15:45 | 20 | 38 | 35 | 20 | 14 | 560 | 8,2 | 37,3 | 19 | 51 | 261 | 243,3 | 47,3 | 7,295 | 40 | 98 | 85 | 170 / 80 | 113 | 29 / 17 | 22 | 22 | - | - | 243,3 | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 12 Raucher: nein Gewicht: 126 kg Größe: 172 cm Datum: 6.9.2001

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|--|
| MP0 | 12:00 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 75,5 | 33,7 | 7,433 | 21 | 99 | 80 | 150 / 90 | 111 | - / - | - | - | - | - | 143,8 | |
| MP1 | 14:05 | 0 | 19 | 17 | 0 | 10 | 696 | 7 | 40,9 | 0 | 32 | 164 | 100 | 33,3 | 7,43 | 40 | 99 | 65 | 109 / 66 | 82 | 19 / 12 | 15 | 11 | 7,4 | - | 100,0 | |
| MP2 | 14:10 | 5 | 23 | 21 | 5 | 10 | 720 | 7,2 | 45,0 | 0 | 31 | 163 | 97,2 | 33,4 | 7,432 | 39 | 99 | 64 | 115 / 66 | 83 | 27 / 16 | 21 | 11 | 7 | - | 99,7 | |
| MP3 | 14:15 | 10 | 26 | 25 | 10 | 10 | 681 | 6,9 | 45,4 | 0 | 30 | 159 | 123,7 | 32,3 | 7,432 | 39 | 99 | 64 | 119 / 67 | 85 | 31 / 19 | 24 | 13 | 6,4 | - | 126,9 | |
| MP4 | 14:20 | 15 | 30 | 28 | 15 | 10 | 722 | 7,2 | 55,5 | 0 | 31 | 150 | 114,4 | 31,8 | 7,434 | 39 | 99 | 65 | 118 / 75 | 91 | 30 / 18 | 24 | 14 | 6,3 | - | 117,3 | |
| MP5 | 14:28 | 20 | 49 | 37 | 20 | 10 | 1186 | 14,1 | 69,8 | 0 | 25 | 168 | - | - | - | 39 | 100 | 67 | 122 / 72 | 90 | 33 / 19 | 26 | 17 | 4,7 | - | - | |
| MP6 | 14:31 | 15 | 27 | 27 | 15 | 10 | 690 | 7,1 | 57,5 | 0 | 28 | 216 | 161,1 | 28,3 | 7,472 | 39 | 100 | 70 | 116 / 77 | 91 | 27 / 19 | 23 | 15 | 5,3 | - | 165,2 | |
| MP7 | 14:35 | 10 | 22 | 22 | 10 | 10 | 704 | 7 | 58,7 | 0 | 30 | 158 | 126 | 30,1 | 7,454 | 39 | 100 | 70 | 120 / 73 | 92 | 25 / 17 | 22 | 13 | 5,2 | - | 129,2 | |
| MP8 | 14:40 | 5 | 20 | 20 | 5 | 10 | 717 | 7,2 | 47,8 | 0 | 30 | 166 | 110,5 | 30,5 | 7,449 | 39 | 100 | 73 | 124 / 74 | 96 | 31 / 21 | 26 | 12 | 6,4 | - | 113,3 | |
| MP9 | 14:46 | 0 | 20 | 17 | 0 | 10 | 698 | 7 | 41,1 | 0 | 30 | 163 | 97,7 | 31,9 | 7,441 | 39 | 99 | 78 | 130 / 77 | 99 | 32 / 20 | 25 | 12 | 7 | - | 100,2 | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 15:30 | 0 | 30 | 21 | 1 | 10 | 595 | 5,8 | 29,8 | 20 | 36 | 194 | 82 | 38,2 | 7,382 | 20 | 98 | 90 | 151 / 96 | 116 | 33 / 21 | 25 | 11 | 7,5 | - | 164,0 | |
| MP12 | 15:40 | 5 | 31 | 24 | 5 | 10 | 699 | 7 | 36,8 | 20 | 37 | 196 | 77,1 | 38,4 | 7,376 | 20 | 97 | 97 | 151 / 93 | 117 | 33 / 23 | 27 | 11 | 7,1 | - | 156,2 | |
| MP13 | 15:43 | 10 | 32 | 27 | 10 | 10 | 705 | 6,9 | 41,5 | 19 | 38 | 205 | 77,4 | 40,1 | 7,359 | 20 | 97 | 96 | 150 / 91 | 113 | 32 / 21 | 26 | 9 | 7,3 | - | 154,8 | |
| MP14 | 15:50 | 15 | 35 | 31 | 16 | 10 | 692 | 6,9 | 46,1 | 18 | 39 | 211 | 136 | 41,2 | 7,344 | 20 | 100 | 95 | 129 / 78 | 98 | 32 / 18 | 23 | 10 | 7,9 | - | 272,0 | |
| MP15 | 16:00 | 20 | 38 | 36 | 20 | 10 | 703 | 6,9 | 43,9 | 19 | 38 | 211 | 137,9 | 41,7 | 7,334 | 39 | 100 | 96 | 130 / 77 | 99 | 31 / 21 | 25 | 10 | 7,5 | - | 141,4 | |
| MP16 | 16:05 | 20 | 50 | 37 | 20 | 10 | 1218 | 14,9 | 71,6 | 20 | 31 | 238 | - | - | - | 39 | 100 | 98 | 133 / 76 | 95 | 30 / 23 | 27 | 10 | 5,9 | - | - | |
| MP17 | 16:10 | 20 | 36 | 34 | 20 | 10 | 710 | 7,1 | 50,7 | 19 | 35 | 296 | 181,9 | 35,8 | 7,364 | 41 | 100 | 99 | 127 / 77 | 95 | 25 / 18 | 22 | 11 | 5,1 | - | 177,5 | |
| MP18 | 16:15 | 15 | 32 | 30 | 15 | 10 | 693 | 6,9 | 46,2 | 20 | 39 | 207 | 190,2 | 40,2 | 7,341 | 42 | 100 | 96 | 130 / 85 | 101 | 23 / 16 | 19 | 10 | 6,3 | - | 181,1 | |
| MP19 | 16:20 | 10 | 29 | 26 | 10 | 10 | 707 | 7,1 | 44,2 | 21 | 38 | 215 | 150 | 29,7 | 7,332 | 41 | 100 | 97 | 132 / 82 | 101 | 21 / 14 | 17 | 8 | 6,8 | - | 146,3 | |
| MP20 | 16:27 | 5 | 26 | 24 | 5 | 10 | 701 | 7 | 36,9 | 20 | 38 | 235 | 127 | 42,6 | 7,314 | 41 | 99 | 91 | 109 / 62 | 82 | 22 / 11 | 16 | 6 | 7,9 | - | 123,9 | |
| MP21 | 16:40 | 0 | 27 | 20 | 1 | 10 | 693 | 6,9 | 36,5 | 20 | 40 | 224 | 110,3 | 44,3 | 7,303 | 42 | 99 | 97 | 132 / 76 | 99 | 29 / 16 | 21 | 7 | 8,5 | - | 105,0 | |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 13 Raucher: nein Gewicht: 180 kg Größe: 159 cm Datum: 25.9.2001

| | Zeit | PEEP _e | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-----|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|
| MP0 | 10:18 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 95,8 | 41,6 | 7,385 | 21 | 97 | 90 | 140 / 80 | 105 | - / - | - | - | - | - | 182,5 |
| MP1 | 12:20 | 0 | 35 | 30 | 0 | 12 | 700 | 8,4 | 23,3 | 0 | 37 | 223 | 156,3 | 34,4 | 7,425 | 40 | 98 | 75 | 125 / 74 | 92 | 46 / 27 | 37 | 19 | 7,8 | 25 | 156,3 |
| MP2 | 12:45 | 5 | 39 | 32 | 5 | 12 | 700 | 8,1 | 25,9 | 0 | 36 | 220 | 157,5 | 35,6 | 7,414 | 36 | 98 | 81 | 160 / 75 | 95 | 45 / 27 | 34 | 20 | 8 | 25 | 175,0 |
| MP3 | 12:50 | 10 | 40 | 36 | 10 | 12 | 700 | 8,4 | 26,9 | 0 | 36 | 223 | 163,9 | 35,1 | 7,418 | 36 | 98 | 80 | 128 / 75 | 95 | 44 / 27 | 35 | 20 | 7,9 | 26 | 182,1 |
| MP4 | 12:52 | 15 | 42 | 39 | 15 | 12 | 700 | 9 | 29,2 | 0 | 36 | 209 | 173,7 | 35,7 | 7,412 | 36 | 98 | 80 | 128 / 75 | 94 | 45 / 27 | 35 | 20 | 8 | 26 | 193,0 |
| MP5 | 12:56 | 20 | 54 | 41 | 20 | 12 | 1000 | 7,4 | 47,6 | 0 | 37 | 161 | 173,8 | 37,2 | 7,396 | 36 | 98 | 80 | 129 / 73 | 94 | 45 / 27 | 36 | 20 | 8,2 | 25 | - |
| MP6 | 13:00 | 15 | 38 | 38 | 15 | 12 | 700 | 8,4 | 30,4 | 0 | 36 | 239 | 197 | 34,6 | 7,421 | 36 | 98 | 79 | 129 / 75 | 97 | 41 / 26 | 33 | 20 | 8,2 | 26 | 218,9 |
| MP7 | 13:04 | 10 | 34 | 33 | 10 | 12 | 700 | 8,4 | 30,4 | 0 | 36 | 237 | 195 | 34,1 | 7,424 | 35 | 98 | 82 | 131 / 77 | 95 | 40 / 26 | 33 | 19 | 8,1 | 26 | 222,9 |
| MP8 | 13:07 | 5 | 33 | 31 | 5 | 12 | 700 | 8,4 | 26,9 | 0 | 36 | 230 | 187,6 | 34,4 | 7,422 | 35 | 98 | 83 | 125 / 72 | 93 | 40 / 25 | 33 | 19 | 8,3 | 27 | 214,4 |
| MP9 | 13:10 | 0 | 32 | 29 | 0 | 12 | 700 | 8,3 | 24,1 | 0 | 35 | 218 | 180,7 | 33,1 | 7,431 | 35 | 98 | 83 | 129 / 73 | 93 | 42 / 27 | 33 | 18 | 8,2 | 25 | 206,5 |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP11 | 14:01 | 0 | 38 | 32 | 1 | 12 | 700 | 8,4 | 22,6 | 19 | 36 | 235 | 158,6 | 35 | 7,409 | 36 | 99 | 88 | 116 / 65 | 80 | 27 / 14 | 21 | 7 | 7,6 | 14 | 176,2 |
| MP12 | 14:13 | 5 | 40 | 33 | 5 | 12 | 700 | 8,4 | 25,0 | 19 | 39 | 261 | 176,9 | 37,5 | 7,397 | 36 | 99 | 84 | 120 / 66 | 85 | 31 / 15 | 23 | 7 | 7,6 | 13 | 196,6 |
| MP13 | 14:16 | 10 | 39 | 37 | 10 | 12 | 700 | 8,3 | 25,9 | 19 | 39 | 266 | 172,4 | 38,3 | 7,37 | 36 | 99 | 82 | 119 / 64 | 86 | 30 / 13 | 21 | 6 | 7,6 | 14 | 191,6 |
| MP14 | 14:19 | 15 | 43 | 41 | 15 | 12 | 700 | 8,4 | 26,9 | 20 | 38 | 256 | 186,6 | 37 | 7,378 | 36 | 99 | 83 | 126 / 69 | 88 | 32 / 19 | 24 | 10 | 7,9 | 15 | 207,3 |
| MP15 | 14:41 | 20 | 46 | 46 | 21 | 12 | 700 | 8,4 | 28,0 | 18 | 39 | 264 | 187,5 | 36,9 | 7,367 | 36 | 99 | 83 | 127 / 70 | 90 | 31 / 18 | 24 | 11 | 8,2 | 15 | 208,3 |
| MP16 | 14:44 | 20 | 51 | 48 | 21 | 12 | 1000 | 12 | 37,0 | 17 | 35 | 381 | - | - | - | 35 | 99 | 80 | 126 / 67 | 85 | 28 / 16 | 20 | 11 | 7,8 | 13 | - |
| MP17 | 14:47 | 20 | 42 | 42 | 21 | 12 | 700 | 8,3 | 33,3 | 17 | 38 | 254 | 203,2 | 36,3 | 7,375 | 35 | 99 | 83 | 123 / 67 | 86 | 23 / 15 | 20 | 10 | 8,6 | 15 | 232,2 |
| MP18 | 14:50 | 15 | 38 | 38 | 15 | 12 | 700 | 8,3 | 30,4 | 16 | 39 | 259 | 210,5 | 36,5 | 7,373 | 35 | 99 | 85 | 123 / 64 | 86 | 27 / 16 | 20 | 8 | 8 | 15 | 240,6 |
| MP19 | 14:57 | 10 | 34 | 34 | 10 | 12 | 700 | 8,3 | 29,2 | 18 | 40 | 238 | 192,1 | 37,5 | 7,362 | 36 | 99 | 88 | 112 / 60 | 81 | 24 / 12 | 18 | 6 | 8,8 | 12 | 213,4 |
| MP20 | 15:00 | 5 | 33 | 33 | 5 | 12 | 700 | 8,4 | 25,0 | 18 | 40 | 264 | 166,9 | 37,4 | 7,36 | 36 | 99 | 90 | 121 / 59 | 81 | 22 / 14 | 18 | 7 | 8,6 | 13 | 185,4 |
| MP21 | 15:03 | 0 | 32 | 29 | 1 | 12 | 700 | 8,3 | 25,0 | 19 | 42 | 275 | 176,5 | 37,8 | 7,358 | 35 | 99 | 89 | 108 / 58 | 77 | 23 / 13 | 17 | 6 | 9 | 11 | 201,7 |
| MP22 | 15:06 | 20 | 42 | 41 | 20 | 12 | 700 | 8,2 | 33,3 | 20 | 42 | 271 | 179,9 | 38 | 7,347 | 35 | 99 | 87 | 110 / 59 | 79 | 27 / 12 | 18 | 5 | 8,9 | 10 | 205,6 |
| MP22a | 15:13 | 15 | 38 | 37 | 15 | 12 | 700 | 8,3 | 31,8 | 17 | 42 | 271 | 186,3 | 37,7 | 7,343 | 36 | 99 | 85 | 113 / 63 | 80 | 28 / 12 | 19 | 7 | 7,9 | 12 | 207,0 |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | |

Pat. Nr.: 14 Raucher: ja 5 / d Gewicht: 136 kg Größe: 178 cm Datum: 5.10.2001

| | Zeit | PEEP _e | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-----|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|---|
| MP0 | 12:00 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 78,7 | 39,2 | 7,41 | 21 | 96 | 91 | 145 / 79 | 105 | - / - | - | - | - | - | 149,9 | |
| MP1 | 13:15 | 0 | 23 | 17 | 0 | 10 | 697 | 7 | 41,0 | 0 | 33 | 167 | 134,6 | 33,7 | 7,459 | 39 | 99 | 68 | 92 / 57 | 70 | 25 / 14 | 19 | 16 | 5,7 | 13 | 138,1 | |
| MP2 | 13:20 | 5 | 25 | 22 | 5 | 10 | 698 | 7 | 41,1 | 0 | 33 | 165 | 137,9 | 33,9 | 7,452 | 38 | 99 | 67 | 88 / 54 | 67 | 24 / 14 | 18 | 16 | 5,3 | 12 | 145,2 | |
| MP3 | 13:29 | 10 | 28 | 24 | 10 | 10 | 697 | 7 | 49,8 | 0 | 32 | 162 | 142,9 | 34,2 | 7,449 | 39 | 100 | 66 | 87 / 53 | 66 | 22 / 14 | 18 | 14 | 5,8 | 11 | 146,6 | |
| MP4 | 13:35 | 15 | 31 | 29 | 15 | 10 | 701 | 7 | 50,1 | 0 | 33 | 163 | 157,8 | 33,7 | 7,446 | 38 | 100 | 68 | 96 / 61 | 75 | 23 / 14 | 19 | 9 | 6,1 | 13 | 166,1 | |
| MP5 | 13:40 | 20 | 52 | 40 | 20 | 10 | 1407 | 14 | 70,4 | 0 | 24 | 178 | - | - | - | 36 | 100 | 72 | 73 / 47 | 56 | 26 / 18 | 22 | 15 | 4,5 | 15 | - | |
| MP6 | 13:45 | 15 | 27 | 27 | 15 | 10 | 702 | 7 | 58,5 | 0 | 29 | 228 | 191,5 | 31,9 | 7,474 | 38 | 100 | 69 | 84 / 53 | 66 | 21 / 14 | 17 | 10 | 5,3 | 16 | 201,6 | |
| MP7 | 13:50 | 10 | 23 | 23 | 10 | 10 | 696 | 7 | 53,5 | 0 | 31 | 169 | 173,6 | 32,9 | 7,464 | 39 | 100 | 67 | 88 / 54 | 64 | 20 / 13 | 17 | 8 | 5,3 | 13 | 178,1 | |
| MP8 | 13:55 | 5 | 21 | 19 | 5 | 10 | 700 | 7 | 50,0 | 0 | 32 | 174 | 156,6 | 33,8 | 7,457 | 38 | 100 | 67 | 87 / 53 | 67 | 20 / 13 | 17 | 8 | 5,5 | 13 | 164,8 | |
| MP9 | 14:02 | 0 | 21 | 17 | 0 | 10 | 699 | 7 | 41,1 | 0 | 32 | 172 | 161,6 | 33,3 | 7,455 | 39 | 100 | 67 | 86 / 53 | 66 | 21 / 12 | 17 | 8 | 6,1 | 13 | 165,7 | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 14:45 | 0 | 28 | 20 | 1 | 10 | 700 | 7 | 36,8 | 20 | 35 | 176 | 180,8 | 35,5 | 7,424 | 38 | 100 | 69 | 152 / 94 | 118 | 37 / 26 | 32 | 17 | 6,8 | 25 | 190,3 | |
| MP12 | 14:55 | 5 | 29 | 22 | 5 | 10 | 710 | 7 | 41,8 | 17 | 36 | 187 | 178,4 | 40,1 | 7,386 | 39 | 99 | 77 | 153 / 91 | 118 | 29 / 22 | 24 | 18 | 7,5 | 26 | 183,0 | |
| MP13 | 15:00 | 10 | 31 | 25 | 10 | 10 | 691 | 6,7 | 46,1 | 16 | 39 | 194 | 180,4 | 41,2 | 7,365 | 39 | 100 | 83 | 157 / 94 | 122 | 41 / 27 | 33 | 17 | 7,3 | 24 | 185,0 | |
| MP14 | 15:07 | 15 | 35 | 30 | 15 | 10 | 701 | 7 | 46,7 | 17 | 40 | 202 | 180,4 | 43,8 | 7,34 | 39 | 99 | 84 | 146 / 84 | 110 | 31 / 22 | 27 | 17 | 7,3 | 21 | 185,0 | |
| MP15 | 15:13 | 20 | 37 | 34 | 20 | 10 | 629 | 6,5 | 44,9 | 19 | 39 | 204 | 191,6 | 44,7 | 7,338 | 39 | 99 | 79 | 126 / 111 | 117 | 33 / 23 | 28 | 18 | 7,5 | 19 | 196,5 | |
| MP16 | 15:20 | 20 | 52 | 40 | 21 | 10 | 1401 | 14 | 73,7 | 17 | 31 | 254 | - | - | - | 36 | 99 | 82 | 120 / 72 | 92 | 32 / 24 | 28 | 19 | 5,9 | 20 | - | |
| MP17 | 15:25 | 20 | 32 | 32 | 20 | 10 | 734 | 7 | 61,2 | 18 | 35 | 295 | 204 | 37,8 | 7,396 | 39 | 99 | 78 | 118 / 73 | 90 | 26 / 20 | 24 | 17 | 5 | 20 | 209,2 | |
| MP18 | 15:32 | 15 | 29 | 28 | 15 | 10 | 680 | 6,9 | 52,3 | 18 | 36 | 199 | 193,6 | 40,2 | 7,373 | 39 | 99 | 75 | 110 / 66 | 82 | 27 / 23 | 25 | 17 | 5,1 | 20 | 198,6 | |
| MP19 | 15:38 | 10 | 27 | 24 | 10 | 10 | 683 | 6,8 | 48,8 | 19 | 37 | 204 | 189,5 | 42,3 | 7,349 | 39 | 99 | 80 | 112 / 66 | 84 | 28 / 22 | 25 | 17 | 6,3 | 20 | 194,4 | |
| MP20 | 15:45 | 5 | 26 | 21 | 5 | 10 | 704 | 7 | 44,0 | 18 | 39 | 210 | 175,8 | 42,8 | 7,328 | 39 | 99 | 87 | 111 / 67 | 85 | 30 / 20 | 26 | 15 | 7,5 | 18 | 180,3 | |
| MP21 | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 17 Raucher: nein Gewicht: 114 kg Größe: 176 cm Datum: 8.1.2002

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|--|
| MP0 | 13:20 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 98,3 | 36,6 | 7,437 | 21 | 98 | 78 | 131 / 85 | 104 | - / - | - | - | - | - | 187,2 | |
| MP1 | 14:10 | 0 | 24 | 20 | 2 | 10 | 590 | 8,9 | 32,8 | 0 | 35 | 143 | 188,2 | 37 | 7,425 | 44 | 100 | 67 | 91 / 52 | 61 | 23 / 15 | 19 | - | 7,6 | 10 | 171,1 | |
| MP2 | 14:20 | 5 | 24 | 21 | 5 | 10 | 599 | 5,9 | 37,4 | 0 | 35 | 142 | 197,1 | 36,8 | 7,427 | 44 | 100 | 66 | 90 / 50 | 68 | 23 / 15 | 19 | - | 7,4 | 11 | 179,2 | |
| MP3 | 14:30 | 10 | 26 | 24 | 10 | 10 | 589 | 5,9 | 42,1 | 0 | 34 | 137 | 207,7 | 35,4 | 7,429 | 44 | 100 | 62 | 97 / 54 | 71 | 24 / 18 | 22 | 20 | 6,8 | 14 | 188,8 | |
| MP4 | 14:38 | 15 | 30 | 27 | 15 | 10 | 582 | 5,8 | 48,5 | 0 | 33 | 132 | 222,5 | 36,5 | 7,424 | 44 | 100 | 61 | 94 / 53 | 70 | 28 / 21 | 25 | 18 | 6,2 | 15 | 202,3 | |
| MP5 | 14:43 | 20 | 48 | 44 | 20 | 10 | 1189 | 11,2 | 49,5 | 0 | 25 | 185 | - | - | - | 44 | 100 | 67 | 107 / 64 | 81 | 33 / 25 | 29 | 24 | 5,9 | 17 | - | |
| MP6 | 14:46 | 15 | 27 | 24 | 15 | 10 | 613 | 6,14 | 68,1 | 0 | 29 | 193 | 289,1 | 31 | 7,474 | 44 | 100 | 59 | 100 / 57 | 77 | 27 / 22 | 24 | 19 | 6,6 | 16 | 262,8 | |
| MP7 | 14:53 | 10 | 23 | 20 | 10 | 10 | 622 | 6,2 | 62,2 | 0 | 30 | 132 | 247 | 33,3 | 7,449 | 44 | 100 | 60 | 97 / 54 | 72 | 25 / 20 | 23 | 19 | 6 | 15 | 224,5 | |
| MP8 | 14:56 | 5 | 19 | 17 | 5 | 10 | 617 | 6,19 | 51,4 | 0 | 32 | 138 | 219,8 | 33,5 | 7,443 | 44 | 100 | 60 | 96 / 53 | 71 | 26 / 16 | 22 | 16 | 7 | 16 | 199,8 | |
| MP9 | 15:01 | 0 | 18 | 16 | 2 | 10 | 604 | 6 | 43,1 | 0 | 31 | 139 | 213,9 | 34,2 | 7,438 | 44 | 100 | 61 | 97 / 54 | 73 | 25 / 18 | 22 | 18 | 6,5 | 14 | 194,5 | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 15:38 | 0 | 28 | 20 | 1 | 10 | 600 | 5,98 | 31,6 | 20 | 35 | 155 | 122,6 | 41,4 | 7,384 | 40 | 99 | 66 | 143 / 89 | 112 | 31 / 23 | 26 | 17 | 6,3 | 17 | 122,6 | |
| MP12 | 15:43 | 5 | 30 | 23 | 4 | 10 | 598 | 6,02 | 31,5 | 20 | 36 | 159 | 187,4 | 40,3 | 7,37 | 40 | 99 | 76 | 146 / 92 | 118 | 32 / 23 | 27 | 17 | 6 | 16 | 187,4 | |
| MP13 | 15:48 | 10 | 33 | 25 | 10 | 10 | 600 | 6,01 | 40,0 | 18 | 38 | 158 | 207,6 | 40,4 | 7,369 | 40 | 100 | 67 | 128 / 73 | 98 | 29 / 21 | 25 | 15 | 5,5 | 13 | 207,6 | |
| MP14 | 15:55 | 15 | 35 | 27 | 15 | 10 | 602 | 6,02 | 50,2 | 17 | 36 | 154 | 205,6 | 39,3 | 7,378 | 40 | 100 | 55 | 95 / 56 | 71 | 23 / 17 | 20 | 17 | 4,7 | 14 | 205,6 | |
| MP15 | 15:58 | 20 | 40 | 31 | 20 | 10 | 603 | 6,03 | 54,8 | 16 | 35 | 142 | 216,2 | 39,8 | 7,373 | 40 | 100 | 52 | 96 / 55 | 70 | 26 / 20 | 23 | 17 | 4 | 14 | 216,2 | |
| MP16 | 16:02 | 20 | 52 | 40 | 20 | 10 | 1060 | 10,6 | 53,0 | 15 | 28 | 184 | - | - | - | 41 | 100 | 56 | 104 / 60 | 77 | 29 / 20 | 25 | 16 | 4,8 | 14 | - | |
| MP17 | 16:05 | 20 | 39 | 30 | 22 | 10 | 604 | 6,04 | 75,5 | 17 | 33 | 196 | 241,6 | 37,6 | 7,389 | 40 | 100 | 54 | 110 / 68 | 86 | 29 / 24 | 26 | 18 | 4,8 | 19 | 241,6 | |
| MP18 | 16:12 | 15 | 31 | 21 | 14 | 10 | 453 | 4,53 | 64,7 | 14 | 39 | 139 | 234,3 | 41,2 | 7,358 | 40 | 100 | 55 | 123 / 71 | 92 | 32 / 22 | 25 | 17 | 5,2 | 19 | 234,3 | |
| MP19 | 16:16 | 10 | 28 | 18 | 9 | 10 | 592 | 5,92 | 65,8 | 14 | 39 | 157 | 230,8 | 40,9 | 7,353 | 40 | 100 | 66 | 137 / 78 | 103 | 34 / 23 | 27 | 18 | 5,7 | - | 230,8 | |
| MP20 | 16:21 | 5 | 26 | 17 | 5 | 10 | 602 | 6,02 | 50,2 | 15 | 41 | 176 | 155,6 | 47,3 | 7,309 | 40 | 100 | 65 | 144 / 83 | 108 | 27 / 18 | 21 | 16 | 8,6 | - | 155,6 | |
| MP21 | 16:25 | 0 | 26 | 16 | 0 | 10 | 604 | 6,01 | 37,8 | 18 | 41 | 183 | 135,9 | 46,1 | 7,317 | 41 | 100 | 63 | 146 / 86 | 110 | 27 / 19 | 22 | 17 | 7,8 | - | 132,6 | |
| MP22 | 16:30 | 20 | 61 | 39 | 20 | 10 | 1480 | 14,8 | 77,9 | 18 | 30 | 222 | - | - | - | 40 | 100 | 64 | 143 / 90 | 109 | 21 / 17 | 22 | 20 | 5,3 | 16 | - | |
| MP22a | 16:35 | 20 | 38 | 26 | 20 | 10 | 602 | 6,02 | 100,3 | 16 | 38 | 260 | 250,4 | 41,9 | 7,346 | 40 | 100 | 63 | 141 / 87 | 109 | 24 / 18 | 21 | 18 | 7,1 | 16 | 250,4 | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 18 Raucher: nein Gewicht: 130 kg Größe: 168 cm Datum: 13.2.2002

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|---|
| MP0 | 9:30 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 81,2 | 33,7 | 7,452 | 21 | 98 | 100 | 160 / 80 | 112 | - / - | - | - | - | - | 154,7 | |
| MP1 | 10:45 | 0 | 23 | 20 | 1 | 10 | 670 | 6,7 | 35,3 | 0 | 32 | 178 | 128,6 | 34,8 | 7,409 | 38 | 98 | 58 | 116 / 61 | 77 | 28 / 20 | 23 | 17 | 5,4 | 19 | 135,4 | |
| MP2 | 10:55 | 5 | 24 | 21 | 4 | 10 | 650 | 6,7 | 38,2 | 0 | 33 | 191 | 127,5 | 35,5 | 7,404 | 38 | 99 | 57 | 126 / 65 | 83 | 33 / 23 | 26 | 18 | 5,5 | 19 | 134,2 | |
| MP3 | 11:00 | 10 | 25 | 23 | 9 | 10 | 680 | 6,7 | 48,6 | 0 | 32 | 207 | 143,3 | 36,1 | 7,391 | 37 | 100 | 55 | 130 / 71 | 88 | 32 / 22 | 25 | 18 | 5,6 | 19 | 154,9 | |
| MP4 | 11:07 | 15 | 28 | 26 | 15 | 10 | 670 | 6,6 | 60,9 | 0 | 32 | 155 | 154,7 | 35,1 | 7,395 | 37 | 100 | 54 | 134 / 70 | 88 | 32 / 22 | 26 | 19 | 5,3 | 19 | 167,2 | |
| MP5 | 11:15 | 20 | 41 | 36 | 20 | 10 | 1340 | 13,1 | 83,8 | 0 | 25 | 213 | - | - | - | 37 | 100 | 58 | 138 / 72 | 92 | 34 / 27 | 30 | 22 | 5,7 | 25 | - | |
| MP6 | 11:20 | 15 | 25 | 23 | 15 | 10 | 660 | 6,5 | 82,5 | 0 | 29 | 204 | 163 | 33,2 | 7,423 | 38 | 100 | 59 | 121 / 60 | 79 | 28 / 20 | 24 | 18 | 6,1 | 20 | 171,6 | |
| MP7 | 11:25 | 10 | 22 | 19 | 9 | 10 | 670 | 6,6 | 67,0 | 0 | 28 | 155 | 134,1 | 34,4 | 7,411 | 38 | 100 | 56 | 127 / 62 | 80 | 27 / 19 | 23 | 16 | 6 | 18 | 141,2 | |
| MP8 | 11:35 | 5 | 22 | 19 | 4 | 10 | 670 | 6,5 | 44,7 | 0 | 29 | 152 | 133,5 | 33,7 | 7,411 | 38 | 100 | 56 | 125 / 62 | 80 | 27 / 19 | 23 | 17 | 6,1 | 16 | 140,5 | |
| MP9 | 11:40 | 0 | 22 | 19 | 1 | 10 | 640 | 6,5 | 35,6 | 0 | 30 | 150 | 131,3 | 34,6 | 7,403 | 37 | 100 | 53 | 129 / 67 | 84 | 25 / 18 | 20 | 17 | 5,8 | 17 | 141,9 | |
| MP10 | 11:45 | 20 | - | - | - | 10 | 1300 | 12,8 | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP10a | 11:47 | 15 | 25 | 23 | 15 | 10 | 650 | 6,5 | 81,3 | 0 | 29 | 174 | 195 | 31,1 | 7,436 | 37 | 100 | 56 | 120 / 59 | 76 | 27 / 20 | 23 | 17 | 5,9 | 20 | 210,8 | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 14:00 | 0 | 24 | 22 | 1 | 10 | 670 | 6,5 | 31,9 | 18 | 42 | 169 | 112,3 | 42,3 | 7,338 | 30 | 100 | 89 | 151 / 74 | 100 | 32 / 15 | 23 | 7 | 8 | 9 | 149,7 | |
| MP12 | 14:05 | 5 | 26 | 24 | 5 | 10 | 640 | 6,4 | 33,7 | 20 | 41 | 172 | 123,4 | 43,8 | 7,327 | 35 | 100 | 87 | 145 / 73 | 98 | 25 / 13 | 21 | 8 | 7,4 | 9 | 141,0 | |
| MP13 | 14:13 | 10 | 29 | 27 | 10 | 10 | 580 | 6,5 | 34,1 | 19 | 42 | 170 | 131,4 | 44,4 | 7,313 | 35 | 100 | 93 | 140 / 70 | 94 | 27 / 15 | 21 | 7 | 8,8 | 11 | 150,2 | |
| MP14 | 14:25 | 15 | 31 | 28 | 15 | 10 | 680 | 6,4 | 52,3 | 21 | 41 | 184 | 132,8 | 44 | 7,314 | 35 | 100 | 86 | 141 / 65 | 81 | 25 / 15 | 20 | 8 | 8 | 10 | 151,8 | |
| MP15 | 14:30 | 20 | 34 | 32 | 20 | 10 | 640 | 6,4 | 53,3 | 18 | 42 | 179 | 142 | 43,8 | 7,312 | 34 | 100 | 90 | 140 / 66 | 88 | 24 / 17 | 20 | 8 | 6,7 | 10 | 167,1 | |
| MP16 | 14:35 | 20 | 45 | 40 | 20 | 10 | 1370 | 13,6 | 68,5 | 20 | 32 | 225 | - | - | - | 35 | 100 | 82 | 126 / 56 | 76 | 24 / 16 | 21 | 9 | 6,6 | 7 | - | |
| MP17 | 14:38 | 20 | 32 | 30 | 20 | 10 | 670 | 6,8 | 67,0 | 17 | 36 | 254 | 156,1 | 39,2 | 7,347 | 35 | 100 | 80 | 117 / 56 | 74 | 19 / 12 | 15 | 8 | 5,5 | 8 | 178,4 | |
| MP18 | 14:45 | 15 | 29 | 26 | 15 | 10 | 670 | 6,7 | 60,9 | 20 | 40 | 185 | 150,3 | 42,4 | 7,32 | 35 | 100 | 86 | 122 / 59 | 79 | 20 / 12 | 16 | 7 | 6,6 | 8 | 171,8 | |
| MP19 | 14:48 | 10 | 26 | 24 | 10 | 10 | 640 | 6,3 | 45,7 | 19 | 40 | 187 | 123,5 | 42,3 | 7,309 | 34 | 100 | 87 | 123 / 61 | 82 | 20 / 12 | 16 | 8 | 7,6 | 9 | 145,3 | |
| MP20 | 14:52 | 5 | 25 | 23 | 5 | 10 | 650 | 6,3 | 36,1 | 23 | 42 | 185 | 119 | 42,7 | 7,297 | 35 | 100 | 85 | 122 / 61 | 80 | 18 / 11 | 16 | 4 | 8,2 | 7 | 136,0 | |
| MP21 | 14:55 | 0 | 22 | 20 | 1 | 10 | 670 | 6,8 | 35,3 | 18 | 42 | 187 | 107,9 | 44,3 | 7,293 | 35 | 100 | 87 | 121 / 59 | 80 | 20 / 12 | 18 | 6 | 8,4 | 7 | 123,3 | |
| MP22 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 19 Raucher: ja 20 / d Gewicht: 110 kg Größe: 160 cm Datum: 21.2.2002

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|-------|
| MP0 | 11:55 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 82,8 | 32,3 | 7,482 | 21 | 94 | 100 | 128 / 75 | 93 | - / - | - | - | - | - | 157,7 | |
| MP1 | 13:45 | 0 | 34 | 31 | 1 | 10 | 680 | 6,8 | 22,7 | 0 | 35 | 180 | 64,6 | 40,9 | 7,398 | 33 | 94 | 72 | 97 / 63 | 78 | 25 / 18 | 20 | 18 | 5,2 | 18 | 78,3 | |
| MP2 | 13:52 | 5 | 35 | 31 | 4 | 10 | 680 | 6,8 | 25,2 | 0 | 34 | 178 | 73,5 | 40,8 | 7,387 | 39 | 96 | 68 | 98 / 64 | 79 | 33 / 24 | 29 | 18 | 5 | 18 | 75,4 | |
| MP3 | 13:58 | 10 | 36 | 33 | 9 | 10 | 670 | 6,7 | 27,9 | 0 | 34 | 177 | 89,4 | 39 | 7,391 | 43 | 98 | 66 | 103 / 70 | 85 | 36 / 26 | 32 | 19 | 5,3 | 19 | 83,2 | |
| MP4 | 14:05 | 15 | 39 | 37 | 15 | 10 | 660 | 6,6 | 30,0 | 0 | 34 | 168 | 98,4 | 38,8 | 7,395 | 44 | 99 | 65 | 117 / 70 | 88 | 36 / 26 | 31 | 19 | 4,5 | 19 | 89,5 | |
| MP5 | 14:10 | 20 | 50 | 50 | 20 | 10 | 940 | 9,3 | 31,3 | 0 | 28 | 178 | - | - | - | 45 | 99 | 60 | 101 / 66 | 88 | 33 / 25 | 29 | 22 | 3,6 | 22 | - | |
| MP6 | 14:15 | 15 | 36 | 34 | 15 | 10 | 650 | 6,5 | 34,2 | 0 | 29 | 173 | 65 | 38,5 | 7,396 | 48 | 93 | 69 | 100 / 67 | 89 | 36 / 28 | 32 | 19 | 4,7 | 19 | 54,2 | |
| MP7 | 14:20 | 10 | 36 | 32 | 9 | 10 | 660 | 6,5 | 28,7 | 0 | 32 | 158 | 65,3 | 42,2 | 7,361 | 47 | 93 | 68 | 110 / 69 | 86 | 35 / 24 | 28 | 20 | 4,8 | 17 | 55,6 | |
| MP8 | 14:25 | 5 | 36 | 32 | 4 | 10 | 680 | 6,8 | 24,3 | 0 | 32 | 166 | 67 | 41,6 | 7,352 | 45 | 94 | 66 | 117 / 73 | 91 | 36 / 26 | 31 | 20 | 5,3 | 18 | 59,6 | |
| MP9 | 14:32 | 0 | 34 | 31 | 2 | 10 | 690 | 6,8 | 23,8 | 0 | 33 | 174 | 94,2 | 41,5 | 7,349 | 43 | 96 | 67 | 118 / 74 | 94 | 37 / 27 | 31 | 20 | 5,3 | 19 | 87,6 | |
| MP10 | 14:42 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP10a | 14:47 | 15 | 37 | 34 | 15 | 10 | 660 | 6,5 | 34,7 | 0 | 36 | 165 | 74 | 40,4 | 7,359 | 45 | 98 | 70 | 126 / 78 | 100 | 42 / 26 | 32 | 22 | 5,8 | 19 | 65,8 | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 18:50 | 0 | 46 | 38 | 1 | 10 | 653 | 6,5 | 17,6 | 22 | 40 | 165 | 83,6 | 43,7 | 7,288 | 40 | 97 | 82 | 118 / 69 | 89 | 29 / 21 | 24 | 17 | 7,7 | 19 | 83,6 | |
| MP12 | 18:57 | 5 | 48 | 40 | 5 | 10 | 652 | 6,55 | 18,6 | 17 | 41 | 197 | 85,8 | 43,9 | 7,289 | 40 | 96 | 90 | 103 / 84 | 93 | 32 / 22 | 25 | 18 | 6,5 | 18 | 85,8 | |
| MP13 | 19:02 | 10 | 43 | 34 | 10 | 10 | 651 | 6,59 | 27,1 | 20 | 44 | 202 | 92,3 | 45,1 | 7,282 | 40 | 97 | 100 | 112 / 65 | 87 | 36 / 25 | 28 | 17 | 8,3 | 19 | 92,3 | |
| MP14 | 19:09 | 15 | 49 | 40 | 15 | 10 | 652 | 6,52 | 26,1 | 21 | 43 | 211 | 91,4 | 43,9 | 7,291 | 40 | 97 | 99 | 119 / 72 | 93 | 32 / 24 | 27 | 18 | 7,5 | 18 | 91,4 | |
| MP15 | 19:15 | 20 | 45 | 37 | 20 | 10 | 654 | 6,4 | 38,5 | 18 | 42 | 212 | 110,2 | 44 | 7,292 | 40 | 98 | 97 | 125 / 75 | 98 | 35 / 25 | 30 | 16 | 7,5 | 18 | 110,2 | |
| MP16 | 19:23 | 20 | 62 | 59 | 22 | 10 | 1077 | 11,6 | 29,1 | 18 | 37 | 270 | - | - | - | 40 | 98 | 86 | 106 / 61 | 83 | 32 / 24 | 27 | 19 | 6,2 | 19 | - | |
| MP17 | 19:28 | 20 | 41 | 36 | 21 | 10 | 556 | 5,59 | 37,1 | 20 | 37 | 241 | 88,3 | 40,3 | 7,322 | 40 | 99 | 80 | 109 / 63 | 84 | 30 / 22 | 26 | 18 | 6,5 | 18 | 88,3 | |
| MP18 | 19:32 | 15 | 38 | 31 | 14 | 10 | 624 | 6,24 | 36,7 | 20 | 40 | 198 | 91,9 | 42,4 | 7,301 | 40 | 98 | 94 | 120 / 72 | 92 | 32 / 22 | 26 | 16 | 7,4 | 20 | 91,9 | |
| MP19 | 19:35 | 10 | 40 | 33 | 10 | 10 | 647 | 6,5 | 28,1 | 22 | 42 | 215 | 84,6 | 44,7 | 7,282 | 40 | 97 | 97 | 126 / 74 | 98 | 33 / 23 | 27 | 16 | 7,6 | 18 | 84,6 | |
| MP20 | 19:40 | 5 | 38 | 33 | 5 | 10 | 654 | 6,5 | 23,4 | 19 | 45 | 219 | 90,1 | 45,4 | 7,271 | 40 | 97 | 100 | 136 / 77 | 103 | 36 / 25 | 29 | 15 | 8 | 18 | 90,1 | |
| MP21 | 19:45 | 0 | 44 | 37 | 1 | 10 | 656 | 6,56 | 18,2 | 21 | 45 | 218 | 98,4 | 45,2 | 7,268 | 40 | 97 | 99 | 136 / 77 | 104 | 37 / 23 | 30 | 18 | 8,4 | 18 | 98,4 | |
| MP22 | - | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22a | 20:02 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 103,4 | 46,2 | 7,27 | 40 | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | 103,4 |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

Pat. Nr.: 20 Raucher: nein Gewicht: 149 kg Größe: 175 cm Datum: 22.2.2002

| | Zeit | PEEP _a | PIP | P _{plateau} | PEEP _{tot} | AF | V _T | MV | C _{dyn} | IAP | etCO ₂ | VCO ₂ | PaO ₂ | PaCO ₂ | pH | FiO ₂ | SpO ₂ | HF | AP _{sys/diast} | MAP | PAP _{sys/diast} | MPAP | ZVD | HZV | PAOD | kor. PaO ₂ | |
|-------|-------|-------------------|-----|----------------------|---------------------|----|----------------|-------|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|-----|-----|------|-----------------------|---|
| MP0 | 10:55 | SpA | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | 102,7 | 31,1 | 7,474 | 21 | 100 | 100 | 160 / 90 | 116 | - / - | - | - | - | - | 195,6 | |
| MP1 | 12:10 | 0 | 24 | 22 | 2 | 10 | 590 | 5,9 | 29,5 | 0 | 41 | 167 | 122,5 | 41,4 | 7,389 | 41 | 98 | 78 | 113 / 72 | 88 | 43 / 28 | 34 | 18 | 6,6 | 19 | 119,5 | |
| MP2 | 12:15 | 5 | 25 | 24 | 6 | 10 | 590 | 6 | 32,8 | 0 | 41 | 164 | 134,4 | 40,2 | 7,395 | 41 | 98 | 76 | 116 / 67 | 85 | 44 / 29 | 35 | 18 | 7,1 | 20 | 131,1 | |
| MP3 | 12:19 | 10 | 29 | 27 | 11 | 10 | 580 | 5,7 | 36,3 | 0 | 41 | 159 | 126,2 | 42,6 | 7,386 | 41 | 98 | 78 | 117 / 67 | 85 | 45 / 29 | 36 | 19 | 6,7 | 21 | 123,1 | |
| MP4 | 12:23 | 15 | 32 | 30 | 16 | 10 | 590 | 5,8 | 42,1 | 0 | 41 | 151 | 149,7 | 41,9 | 7,388 | 41 | 98 | 77 | 117 / 71 | 88 | 47 / 32 | 39 | 20 | 7 | 22 | 146,0 | |
| MP5 | 12:27 | 20 | 49 | 44 | 20 | 10 | 1210 | 12 | 50,4 | 0 | 35 | 202 | 196,5 | 32,6 | 7,463 | 40 | 99 | 77 | 118 / 76 | 91 | 46 / 32 | 38 | 24 | 5,9 | 21 | 196,5 | |
| MP6 | 12:33 | 15 | 30 | 27 | 15 | 10 | 600 | 6,2 | 50,0 | 0 | 36 | 252 | 161,4 | 37,8 | 7,417 | 40 | 99 | 78 | 120 / 72 | 90 | 41 / 30 | 35 | 20 | 7 | 19 | 161,4 | |
| MP7 | 12:38 | 10 | 27 | 25 | 11 | 10 | 610 | 6 | 43,6 | 0 | 39 | 160 | 134 | 40,4 | 7,386 | 40 | 98 | 75 | 113 / 72 | 89 | 43 / 29 | 35 | 19 | 6,8 | 20 | 134,0 | |
| MP8 | 12:44 | 5 | 25 | 23 | 5 | 10 | 610 | 6,3 | 33,9 | 0 | 41 | 162 | - | - | - | 40 | 98 | 77 | 115 / 70 | 87 | 45 / 28 | 35 | 19 | 7,3 | 22 | - | |
| MP9 | 13:05 | 0 | 39 | 36 | 2 | 10 | 600 | 6 | 17,6 | 0 | 43 | 174 | 137,7 | 41,6 | 7,375 | 40 | 97 | 82 | 146 / 86 | 107 | 42 / 32 | 37 | 22 | 6,3 | 25 | 137,7 | |
| MP10 | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP10b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP11 | 13:33 | 0 | 29 | 24 | 1 | 10 | 661 | 6,61 | 28,7 | 20 | 40 | 181 | 145,3 | 43,6 | 7,355 | 40 | 99 | 76 | 130 / 72 | 95 | 38 / 18 | 26 | 13 | 7,6 | 10 | 145,3 | |
| MP12 | 13:39 | 5 | 32 | 25 | 5 | 10 | 645 | 6,45 | 32,3 | 22 | 43 | 186 | 158,5 | 44,6 | 7,338 | 40 | 99 | 81 | 137 / 74 | 100 | 41 / 20 | 29 | 13 | 7,5 | 10 | 158,5 | |
| MP13 | 13:42 | 10 | 34 | 28 | 10 | 10 | 648 | 6,48 | 36,0 | 19 | 46 | 200 | 169,2 | 45,5 | 7,335 | 40 | 99 | 82 | 131 / 69 | 94 | 42 / 20 | 29 | 12 | 8,3 | 9 | 169,2 | |
| MP14 | 13:49 | 15 | 37 | 31 | 15 | 10 | 654 | 6,54 | 40,9 | 19 | 46 | 210 | 173,3 | 47,3 | 7,307 | 40 | 99 | 88 | 108 / 57 | 78 | 38 / 17 | 25 | 10 | 8,5 | 9 | 173,3 | |
| MP15 | 13:52 | 20 | 40 | 34 | 20 | 10 | 650 | 6,5 | 46,4 | 20 | 44 | 203 | 182,4 | 45,7 | 7,335 | 40 | 99 | 84 | 112 / 59 | 77 | 35 / 21 | 27 | 11 | 8,3 | 11 | 182,4 | |
| MP16 | 13:57 | 20 | 60 | 59 | 22 | 10 | 1533 | 15,55 | 41,4 | 21 | 31 | 233 | 243 | 30,2 | 7,46 | 40 | 99 | 77 | 99 / 54 | 73 | 31 / 20 | 25 | 12 | 5,7 | 8 | 243,3 | |
| MP17 | 14:04 | 20 | 37 | 30 | 19 | 10 | 649 | 6,56 | 59,0 | 19 | 36 | 327 | 187 | 40,2 | 7,381 | 40 | 99 | 74 | 110 / 61 | 80 | 23 / 14 | 18 | 11 | 5,8 | 9 | 187,0 | |
| MP18 | 14:12 | 15 | 34 | 28 | 15 | 10 | 646 | 6,46 | 49,7 | 22 | 40 | 187 | 142,4 | 44,9 | 7,343 | 40 | 98 | 79 | 100 / 53 | 71 | 23 / 11 | 17 | 10 | 6,6 | 8 | 142,4 | |
| MP19 | 14:16 | 10 | 31 | 25 | 10 | 10 | 649 | 6,47 | 43,3 | 22 | 43 | 206 | 126,9 | 44,7 | 7,342 | 40 | 97 | 81 | 100 / 51 | 70 | 27 / 14 | 20 | 8 | 7,9 | 9 | 126,9 | |
| MP20 | 14:20 | 5 | 30 | 25 | 5 | 10 | 650 | 6,5 | 32,5 | 19 | 42 | 200 | 118,8 | 46,7 | 7,323 | 40 | 97 | 84 | 98 / 50 | 68 | 31 / 15 | 21 | 9 | 7,6 | 9 | 118,8 | |
| MP21 | 14:25 | 0 | 33 | 26 | 1 | 10 | 647 | 6,47 | 25,9 | 21 | 44 | 195 | 122,3 | 48,4 | 7,313 | 40 | 98 | 85 | 100 / 51 | 70 | 34 / 15 | 22 | 8 | 7,9 | 6 | 122,3 | |
| MP22 | 14:31 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - / - | - | - / - | - | - | - | - | - | - |
| MP22a | 14:34 | 20 | 37 | 30 | 19 | 10 | 650 | 6,47 | 59,1 | 18 | 41 | 230 | 178,3 | 45,3 | 7,332 | 41 | 99 | 87 | 100 / 55 | 73 | 26 / 16 | 22 | 10 | 6,6 | 5 | 174,0 | |
| MP22b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP22c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |
| MP23 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | / | / | | | | | | | |

9.3 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| AF | Atemfrequenz |
| AP _{diast} | diastolischer arterieller Blutdruck |
| AP _{sys} | systolischer arterieller Blutdruck |
| ARS | <i>alveolar recruitment strategy</i> |
| ASA | American Society of Anesthesiology |
| BMI | <i>body mass index</i> |
| CC | <i>closing capacity</i> |
| C _{dyn} | Dynamische Compliance |
| COPD | Chronisch obstruktive Lungenerkrankung |
| C _{stat} | Statische Compliance |
| EF | Ejektions-Fraktion (<i>ejection fraction</i>) |
| etCO ₂ | end-tidaler Kohlendioxid-Partialdruck |
| FAC | Flächenänderungsfraction (<i>fractional area change</i>) |
| FEV1 | Einsekundenkapazität |
| F _i O ₂ | Inspiratorische Sauerstoff-Fraktion |
| FRC | Funktionelle Residualkapazität |
| HF | Herzfrequenz |
| HPV | Hypoxische pulmonale Vasokonstriktion (<i>hypoxic pulmonary vasoconstriction</i>) |
| HZV | Herzzeitvolumen |
| IAP | Intraabdomineller Druck |
| IBV | <i>ideal body weight</i> |
| LASGB | <i>laparoscopic adjustable silicone gastric banding</i> |
| LVEDA | linksventrikuläre end-diastolische Fläche (<i>end-diastolic area</i>) |
| LVEDV | linksventrikuläre end-diastolisches Volumen (<i>end-diastolic volume</i>) |
| LVEA | linksventrikuläre end-systolische Fläche (<i>end-systolic area</i>) |
| LVESV | linksventrikuläre end-systolische Volumen (<i>end-systolic volume</i>) |
| MAP | mittlerer arterieller Blutdruck |
| Mean | Mittelwert |
| Mp | Meßzeitpunkt |
| MPAP | mittlerer pulmonalarterieller Blutdruck |
| MV | (Atem-) Minutenvolumen |
| MV | (Atem-)Minutenvolumen |
| Mw. | Mittelwert |
| P(A-a)O ₂ | alveolär-arterielle Differenz des Sauerstoff-Partialdrucks |

| | |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| PaCO ₂ | Arterieller Kohlendioxid-Partialdruck |
| PAO ₂ | Alveolärer Sauerstoff-Partialdruck |
| PaO ₂ | Arterieller Sauerstoff-Partialdruck |
| PAOD | Pulmonal-arterieller Okklusionsdruck |
| PAP _{diast} | diastolischer pulmonalarterieller Blutdruck |
| PAP _{sys} | systolischer pulmonalarterieller Blutdruck |
| PEEP | Positiver end-expiratorischer Druck |
| PIP | Atemwegs-Spitzendruck |
| P _{plat} | Atemwegs-Plateau-Druck |
| PVR | Pulmonaler vaskulärer Widerstand |
| Q _s /Q _t | Shunt in Prozent des Herzzeitvolumens |
| R _{aw e} | expiratorischer Atemwegswiderstand |
| R _{aw i} | inspiratorischer Atemwegswiderstand |
| R _{aw i} | Inspiratorischer Atemwegswiderstand (<i>inspiratory airwayresistance</i>) |
| RSI | <i>rapid sequency introduction</i> |
| RV | Residualvolumen |
| SASGB | <i>stomach adjustable silicone gastric banding</i> |
| SD | Standardabweichung (<i>standard deviation</i>) |
| SGB | <i>silicone gastric banding</i> |
| SpO ₂ | Arterielle Sauerstoffsättigung |
| Stabw. | Standardabweichung |
| SV | Schlagvolumen |
| SWMA | <i>segmental wall motion abnormalities</i> |
| T _e | Expirationszeit |
| TEE | Trans-ösophageale Echokardiographie |
| T _i | Inspirationszeit |
| TLC | Totale Lungenkapazität (<i>total lung capacity</i>) |
| V/Q | Ventilations-Perfusions-Index |
| VC | Vitalkapazität |
| VCO ₂ | expiratorischer CO ₂ -Fluß |
| VCV | Volumen-kontrollierte Beatmung |
| VILI | Beatmungsinduzierter Lungenschaden (<i>ventilator-induced-lung-injury</i>) |
| V _t | Tidalvolumen |
| ZEEP | 0 PEEP (<i>zero end-expiratory pressure</i>) |
| ZVD | Zentraler Venendruck |
| ZVK | Zentraler Venenkatheter |

10 ERKLÄRUNG

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, daß ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.