Benutzerhandbuch

LuMon™ System

GUI-Software 1.0.x.x/TIC-Software 1.6.x.xxx

LuMon™ Belts/SensorBelts

Garantie

Der Hersteller gewährleistet dem Erstkäufer, dass jede neue Komponente des LuMon™ Systems frei von Herstellungs- und Materialfehlern ist. Unter dieser Garantie ist der Hersteller lediglich verpflichtet, Komponenten – für die der Hersteller die Garantie übernimmt – nach eigenem Ermessen zu reparieren oder gegen eine Ersatzkomponente auszutauschen.

Garantie-Ausschlüsse und Systemleistung

In den folgenden Fällen kann die Sentec AG die Leistungsmerkmale des Geräts weder garantieren noch prüfen und auch keine Garantie- oder Produkthaftungsansprüche akzeptieren: wenn die empfohlene Vorgehensweise nicht umgesetzt wurde, wenn das Produkt durch unsachgemässen Gebrauch, Fahrlässigkeit oder Unfall beeinträchtigt wurde, wenn das Produkt durch äussere Einflüsse beschädigt wurde, wenn nicht von der Sentec AG empfohlenes Zubehör verwendet wurde, wenn das Garantiesiegel an der Unterseite des Monitors beschädigt ist oder wenn Reparaturen am Gerät nicht durch *von Sentec autorisierte LuMon™ Techniker* durchgeführt wurden.

Geschmacksmuster/Patente zum LuMon™ System: Einzelheiten entnehmen Sie bitte den „Specifications Sheets" (Produktdatenblättern) zum LuMon™ System: www.Sentec.com/education/eit/plpm-eit

Marken: Sentec™, Advancing Noninvasive Patient Monitoring™, LuMon™ und Sentec EIT™ sind Marken der Sentec AG.

Bedingungen zur Nutzung der Softwarekomponenten: Geräte von Sentec, die Software verwenden, können je nach Konfiguration Software von Sentec oder von anderen Herstellern und/oder Open-Source-Software einsetzen. Software von Sentec, anderen Herstellern und/oder Open-Source-Software unterliegen unter Umständen abweichenden Lizenzbedingungen. Entsprechende Informationen zu der im LuMon™ System verwendeten Software von Sentec, anderen Herstellern und/oder Open-Source-Software finden Sie auf der folgenden Webseite: https://www.Sentec.com/licenses

© 2020 Sentec AG: Der Inhalt dieses Benutzerhandbuchs darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der Sentec AG in keiner Form reproduziert und nicht an Dritte übermittelt werden.

Obwohl wir alle Anstrengungen unternehmen, die Richtigkeit der Angaben in diesem Benutzerhandbuch zu gewährleisten, übernimmt die Sentec AG keine Gewähr für Fehler oder Auslassungen. Wir behalten uns Änderungen am Benutzerhandbuch vor.

Alle im Zusammenhang mit dem Produkt aufgetretenen schwerwiegenden Vorfälle sind dem Hersteller und der zuständigen Behörde des Mitgliedstaats, in dem der Anwender niedergelassen ist, zu melden.

CE 0483

LuMon™ Monitor
SensorBeltConnector
LuMon™ Connector

CE

SensorBelt
LuMon™ Belt
ContactAgent
NeoContactAgent
LuMon™ Contact Spray

Hersteller:
Sentec AG | Kantonsstrasse 14 | 7302 Landquart | Schweiz | www.Sentec.com

Vertretung in der EU:
Sentec GmbH | Carl-Hopp-Strasse 19A | 18069 Rostock | Deutschland

INHALT

1 EINLEITUNG 5
1.1 LUMON™ SYSTEM 5
1.2 INFORMATIONEN ZU DIESEM BENUTZERHANDBUCH 7
1.3 SYMBOLE, TERMINOLOGIE UND ABKÜRZUNGEN 7
2 SICHERHEITSINFORMATIONEN 8
2.1 SICHERHEITSSYMBOLE UND -HINWEISE 8
2.2 WARN- UND VORSICHTSHINWEISE 8
2.3 INFORMATIONEN ZUR ELEKTROMAGNETISCHEN VERTRÄGLICHKEIT 12
2.4 ERLÄUTERUNG DER SYMBOLE 14
3 INDIKATIONEN UND KONTRAINDIKATIONEN 15
3.1 VORGESEHENER ANWENDER 15
3.2 VERWENDUNGSZWECK: ALLGEMEIN 15
3.3 VERWENDUNGSZWECK: INDIKATIONEN FÜR DIE VERWENDUNG 15
3.4 KONTRAINDIKATIONEN 16
4 FUNKTIONSPRINZIP DER EIT UND IHRE GRENZEN 17
4.1 ALLGEMEINES FUNKTIONSPRINZIP 17
4.2 FUNKTIONSPRINZIP BEIM EINSATZ ZUM MONITORING DER LUNGENFUNKTION 17
4.3 BESONDERE FUNKTIONSMERKMALE DER SENTEC EIT 18
4.4 GRENZEN DER EIT/SENTEC EIT 18
5 SYSTEMÜBERSICHT 20
5.1 LUMON™ MONITOR 20
5.2 GURT-KONNEKTOREN 21
5.3 GURTE 22
5.4 KONTAKTMITTEL/-SPRAY 23
5.5 MASSBÄNDER 24
6 LUMON™ MONITOR – GUI 26
6.1 GUI-ÜBERSICHT UND NAVIGATION 26
6.2 SCOUTVIEW 30
6.3 LUFUVIEW 33
6.4 VENTVIEW 37
6.5 GEMEINSAMKEITEN DER EIT-BILDER UND -TRENDS 38
6.6 ANZEIGEN 40
6.7 VOM BEDIENER EINSTELLBARE PARAMETER 45
7 INSTALLATION UND TEST VOR INBETRIEBNAHME 47
7.1 VERWENDUNG DER POTENTIALAUSGLEICHSKLEMME 47
7.2 STROMVERSORGUNG 47
7.3 EINSCHALTEN DES LUMON™ MONITORS UND PRÜFEN DER SYSTEMEINSTELLUNGEN 48
7.4 TEST VOR INBETRIEBNAHME 48
7.5 MINDESTANFORDERUNGEN 49
8 ANLEGEN DES GURTS UND START DES MONITORINGS 50
8.1 ANLEGEN DES SENSORBELTS UND START DES MONITORINGS FÜR ERWACHSENE UND KINDER 50

8.2 ANLEGEN DES LUMON™ BELTS ADULT UND START DES MONITORINGS FÜR ERWACHSENE UND KINDER 52
8.3 ANLEGEN DES LUMON™ BELTS NEO UND START DES MONITORINGS FÜR NEUGEBORENE UND SÄUGLINGE 55
8.4 PRÜFEN DER ORDNUNGSGEMÄSSEN EINRICHTUNG 56
8.5 PRÜFEN DER EIGNUNG DES GEWÄHLTEN ANALYSEMODUS 61

9 WÄHREND DES PATIENTEN-MONITORINGS 64
9.1 AUSWAHL PATIENTENSPEZIFISCHER, AUS CT-BILDERN ABGELEITETER THORAX- UND LUNGENMODELLE 64
9.2 BERÜCKSICHTIGUNG DER LAGE DES PATIENTEN 65
9.3 QUALITÄT DER BERECHNETEN EIT-DATEN 67
9.4 GLOBALE DYNAMISCHE BILDER UND PLETHYSMOGRAMM 68
9.5 ERKENNUNG VON ATEMZÜGEN 70
9.6 ATEMFREQUENZ 71
9.7 ANALYSEMODI 71
9.8 TRENDS FÜR EELI, EILI UND BELÜFTUNG 73
9.9 DEHNUNGSBILD – RELATIVE TIDALE DEHNUNG 74
9.10 ZENTRUM DER BELÜFTUNG, SILENT SPACES UND FUNKTIONELLE LUNGENBEREICHE 76
9.11 BEDIENEREREIGNISSE UND SCREENSHOTS 78
9.12 AUFZEICHNEN ODER EXPORTIEREN VON DATEN 78

10 UNTERBRECHEN ODER BEENDEN DES MONITORINGS 80
10.1 UNTERBRECHEN DES MONITORINGS, OHNE DEN GURT ABZUNEHMEN 80
10.2 UNTERBRECHEN DES MONITORINGS UND ENTFERNEN UND/ODER ERSETZEN DES GURTS 80
10.3 BEENDEN DES MONITORINGS 80

11 WARTUNG 82
11.1 ROUTINEPRÜFUNGEN, VORBEUGENDE WARTUNG UND SICHERHEITSPRÜFUNGEN 82
11.2 REINIGUNG UND DESINFEKTION 82
11.3 ERSETZEN DER SICHERUNGEN DES LUMON™ MONITORS 84
11.4 ENTSORGUNG VON EINZELTEILEN DES LUMON™ SYSTEMS 84
11.5 ANLEITUNG ZUM ERNEUTEN VERPACKEN UND FÜR DEN TRANSPORT 84

12 FEHLERBEHEBUNG 86

13 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN 87
13.1 SYSTEMLEISTUNG 87
13.2 SYSTEMEIGENSCHAFTEN, COMPLIANCE UND KOMPATIBILITÄT 88
13.3 LUMON™ MONITOR 89
13.4 GURT-KONNEKTOREN 90
13.5 GURTE 91
13.6 KONTAKTMITTEL 91
13.7 KLASSIFIKATION DER GERÄTE 92
13.8 EMV-KONFORMITÄTSERKLÄRUNG 92

14 ANHANG 94
14.1 ZUBEHÖR, WICHTIGE ERSATZTEILE UND DOKUMENTE FÜR DAS LUMON™ SYSTEM 94
14.2 TERMINOLOGIE 94
14.3 ABKÜRZUNGEN IN DIESEM BENUTZERHANDBUCH 101
14.4 LITERATUR 103

1 EINLEITUNG

1.1 LuMon™ System

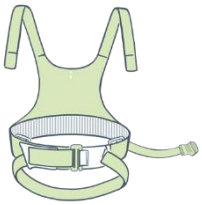
Das LuMon™ System (LMS) ist ein kompaktes und leichtes System zur elektrischen Impedanztomografie (EIT) und dient zum nichtinvasiven Monitoring von Schwankungen im regionalen Luftgehalt/Volumen eines Querschnitts der Lunge des Patienten sowie seiner Atmung. Die Ergebnisse werden als Echtzeit-*EIT-Bilder*, *Kurven*, *Parameter* und *Indizes* angezeigt.

> **HINWEIS**
> Das LuMon™ System dient nicht zur Diagnose und wurde nur als Hilfsmittel zur Patientenbeurteilung konzipiert. Es muss immer in Verbindung mit klinischen Zeichen und Symptomen verwendet werden.

Zum LuMon™ System gehören LuMon™ Monitore (5.1), Gurt-Konnektoren (5.2) zum Anschluss der in mehreren Grössen erhältlichen textilen EIT-Gürtel von Sentec (5.3) an den LuMon™ Monitor sowie die Kontaktmittel/-sprays von Sentec (5.4), die die Impedanzkopplung zwischen dem Gurt und der Haut des Patienten herstellen. Massbänder () dienen zur Ermittlung der empfohlenen Gurtgrösse, d. h. der Grösse des Gurts, die für den jeweiligen Patienten am besten geeignet ist.

Das LuMon™ System ist in zwei Konfigurationen erhältlich:

- ( ) für Erwachsene und Kinder, wie in Tabelle 1-1 dargestellt. Die dazugehörigen Gurte sind für einen Unterbrustumfang von ca. 78 bis 130 cm geeignet (Konfiguration abgekürzt als LMS-A).
- ( ) für Neugeborene und Säuglinge, wie in Tabelle 1-2: LuMon™ System – Konfiguration für Erwachsene/Kinder ( ) – LuMon™ Belt & LuMon™ Contact Spray

LuMon™ Monitor - Adult	LuMon™ Connector	LuMon™ Belt Adult	LuMon™ Contact Spray
			

- Tabelle 1- dargestellt. Die dazugehörigen Gurte sind für einen Unterbrustumfang von ca. 17 bis 52 cm geeignet (Konfiguration abgekürzt als LMS-N).

Tabelle 1-1: LuMon™ System – Konfiguration für Erwachsene/Kinder ( ) – SensorBelt und ContactAgent

LuMon™ Monitor – Adult	SensorBeltConnector	SensorBelt	ContactAgent

Tabelle 1-2: LuMon™ System – Konfiguration für Erwachsene/Kinder ( ) – LuMon™ Belt & LuMon™ Contact Spray

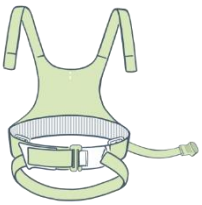
LuMon™ Monitor - Adult	LuMon™ Connector	LuMon™ Belt Adult	LuMon™ Contact Spray
			

Tabelle 1-3: LuMon™ System – Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge ( )

LuMon™ Monitor – Neo	LuMon™ Connector	LuMon™ Belt Neo	NeoContactAgent

1.2 Informationen zu diesem Benutzerhandbuch

Dieses Benutzerhandbuch enthält die für den Betrieb und die Wartung des LuMon™ Systems erforderlichen Informationen. Lesen Sie vor der Inbetriebnahme des LuMon™ Systems dieses Benutzerhandbuch und beachten Sie besonders die Sicherheitshinweise (2). Befolgen Sie alle Warn- und Vorsichtshinweise genau.

Die Indikationen und Kontraindikationen für das LuMon™ System finden Sie in Kapitel 3. Kapitel 4 beschreibt das Funktionsprinzip der EIT und ihre Grenzen im Allgemeinen und die Sentec EIT im Besonderen. Kapitel 5 enthält eine kurze Beschreibung der Komponenten des LuMon™ Systems. Kapitel 6 beschreibt die grafische Benutzeroberfläche (GUI) des LuMon™ Monitors. Wie Sie das LuMon™ System installieren, erfahren Sie in Kapitel 7.

Kapitel 8 erläutert, wie die Gurte angelegt werden und das Monitoring gestartet wird. Informationen zu den auf dem Monitor während des Monitorings angezeigten Daten finden Sie in Kapitel 9, und in Kapitel 10 erfahren Sie, wie Sie das Monitoring unterbrechen oder beenden.

Kapitel 11 enthält Informationen zur Wartung, Kapitel 12 zur Fehlerbehebung. Kapitel 13 schliesslich enthält die technischen Spezifikationen des LuMon™ Systems.

HINWEIS

Die Aussagen in diesem Benutzerhandbuch gelten nur für LuMon™ Monitore mit den auf der Titelseite angegebenen Softwareversionen. Bei den Versionsangaben steht „x" für eine beliebige Zahl. Die Softwareversionen des LuMon™ Monitors – GUI und TIC (14.3) – finden Sie im ScoutView-Bereich „Systemeinstellungen" (Abbildung 6-8). Wenn Ihr LuMon™ Monitor mit anderen Softwareversionen als auf der Titelseite angegeben arbeitet, verwenden Sie die Version des Benutzerhandbuchs für die entsprechende Version des LuMon™ Systems (siehe www.Sentec.com/education/eit/plpm-eit).

1.3 Symbole, Terminologie und Abkürzungen

Sicherheitssymbole und -hinweise sind in Abschnitt 2.1 beschrieben.

Abschnitt 2.4 erläutert die Symbole, die auf den Produkten des LuMon™ Systems (1.1) selbst, auf den Verpackungen und in der dazugehörigen Dokumentation verwendet werden.

Eine Liste mit Definitionen der Begriffe in diesem Benutzerhandbuch finden Sie in Abschnitt 14.2.

- Tabelle 14-1 definiert die allgemeinen Bezeichnungen der Produktkomponenten des LuMon™ Systems, die in verschiedenen Ausführungen erhältlich sind. Das Handbuch verwendet die allgemeine Bezeichnung, wenn die Unterscheidung zwischen den Produktausführungen im jeweiligen Kontext nicht von Bedeutung ist.
- Tabelle 14-2 definiert Begriffe zum Thema Sentec EIT.

Die Begriffe, die in Tabelle 14-2 kursiv bzw. mit grossgeschriebenen Anfangsbuchstaben angegeben sind, werden auch im gesamten Benutzerhandbuch *kursiv* bzw. mit grossen Anfangsbuchstaben verwendet.

Beachten Sie, dass das Symbol Informationen und Anleitungen für die Konfiguration des LuMon™ Systems kennzeichnet, die für Erwachsene und Kinder gedacht ist. Das Symbol kennzeichnet ausschliesslich Informationen und Anleitungen für die Konfiguration des LuMon™ Systems für Neugeborene/Säuglinge.

Eine Liste mit Abkürzungen, die in diesem Benutzerhandbuch verwendet werden, finden Sie in Abschnitt 14.3.

2 SICHERHEITSINFORMATIONEN

2.1 Sicherheitssymbole und -hinweise

Sicherheitssymbole und -hinweise sind folgendermassen gekennzeichnet:

WARNUNG
Warnungen weisen die Bediener auf potentiell schwerwiegende Folgen (Tod, Verletzung, unerwünschte Ereignisse) für den Patienten, den Bediener oder die Umwelt hin.

VORSICHT
Vorsichtshinweise machen auf eine potentiell gefährliche Situation aufmerksam, die zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen kann.

HINWEIS
Hinweise enthalten zusätzliche Richtlinien oder Informationen.

Abschnitt 2.2 enthält eine umfassende Liste von Warn- und Vorsichtshinweisen. Einige davon werden in anderen Abschnitten des Benutzerhandbuchs wiederholt, um der Sicherheitsinformation gebührenden Nachdruck zu verleihen. Hinweise werden nach Bedarf verwendet.

2.2 Warn- und Vorsichtshinweise

WARNUNG
Das LuMon™ System muss von qualifiziertem medizinischem Personal bedient werden. Alle Personen, die das LuMon™ System bedienen, müssen vor der Nutzung dieses Handbuch, zusätzliche Bedienungsanweisungen, alle Vorsichtsmassnahmen und Spezifikationen gelesen und verstanden haben. Unsachgemässer Umgang mit dem LuMon™ System kann zu Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät führen.

WARNUNG
Überprüfen Sie NeoContactAgent vor der Verwendung per Sichtprüfung auf Mikrobenwachstum.

WARNUNG
Verwenden Sie nur Geräte, Zubehörteile, Verbrauchsmaterial oder Komponenten, die von der Sentec AG geliefert oder empfohlen wurden. Die Verwendung anderer Teile kann zu Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät führen.

WARNUNG
Verwenden Sie nur Kontaktmittel/-sprays von Sentec, um den gestreiften Stoff am Gurt wie in diesem Handbuch beschrieben anzufeuchten. Verwenden Sie dazu keine anderen Mittel oder Flüssigkeiten wie etwa EKG- oder Ultraschall-Gel, denn das könnte die mit dem Gurt durchgeführten Messungen und die Funktion des LuMon™ Systems beeinträchtigen.

WARNUNG
Tätigkeiten am Patienten oder Bewegungen des Patienten können Einfluss auf die Messungen des LuMon™ Systems und die angezeigten Bilder haben.

WARNUNG
Verwenden Sie keine LuMon™ Monitore, Gurt-Konnektoren oder Gurte, die offensichtliche Beschädigungen oder technische Fehler aufweisen. Das kann zu Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät führen.

WARNUNG
Verringern Sie die Gefahr, dass sich der Patient in Kabeln verfängt oder damit stranguliert, indem Sie die Kabel sinnvoll verlegen und fixieren. Lassen Sie keinen nicht angelegten Gurt in Reichweite des Patienten.

WARNUNG
Platzieren Sie im Interesse der Patientensicherheit den LuMon™ Monitor – egal ob befestigt oder unbefestigt – niemals so, dass er auf den Patienten fallen oder umkippen kann. Wenn Sie den LuMon™ Monitor beispielsweise an einem Rollständer oder einer Wandmontagehalterung/-schiene befestigen, vergewissern Sie sich, dass er ordentlich befestigt ist. Heben Sie den LuMon™ Monitor nicht am Gurt-Konnektor oder am Netzkabel an, denn diese könnten sich vom LuMon™ Monitor lösen, so dass dieser auf den Patienten fallen könnte.

WARNUNG
Schalten Sie den LuMon™ Monitor vor der Reinigung immer aus und trennen Sie ihn vom Stromnetz.

WARNUNG
Sprühen, giessen oder verschütten Sie auf LuMon™ Monitore (insbesondere die Gehäuseöffnungen), Gurt-Konnektoren, Gurte und andere Zubehörteile keine Flüssigkeiten, ausgenommen die in diesem Benutzerhandbuch beschriebene Anwendung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln. Tauchen Sie keine Teile des LuMon™ Systems in Flüssigkeit und lassen Sie kein Wasser oder andere Flüssigkeiten in das Gerät eindringen. Anderenfalls erhöht sich das Risiko eines elektrischen Schlags und/oder einer Beschädigung des Geräts. Wenn ein LuMon™ Monitor versehentlich nass geworden ist, muss er vom Stromnetz getrennt, aussen trockengewischt, gründlich trocknen gelassen und vor einer weiteren Verwendung von einem qualifizierten Techniker (z. B. einem Biomedizin-Techniker) überprüft werden.

WARNUNG
Setzen Sie den LuMon™ Monitor nicht starker Feuchtigkeit aus und lassen Sie keine Flüssigkeiten in den LuMon™ Monitor gelangen. Die Stecker und Konnektoren müssen jederzeit absolut sauber und trocken sein. Anderenfalls erhöht sich das Risiko eines elektrischen Schlags und/oder einer Beschädigung des Geräts.

VORSICHT
Entsorgen Sie die Batterie entsprechend den bei Ihnen geltenden Vorschriften und Richtlinien für Lithium-Ionen-Batterien.

WARNUNG
Explosions- und Feuergefahr. Verwenden Sie den LuMon™ Monitor nicht in Gegenwart von entzündlichen oder explosiven Anästhetika/Gasen oder anderen entzündlichen oder explosiven Stoffen. Der LuMon™ Monitor ist nicht für den Einsatz in einer sauerstoffreichen Umgebung zugelassen.

WARNUNG
Der ContactAgent und das LuMon™ Contact Spray sind hochentzündliche Aerosole. Halten Sie diese fern von Hitze, Funken, offenem Feuer und heissen Oberflächen. Rauchen verboten. Nicht in offenes Feuer oder eine andere Zündquelle sprühen. Behälter steht unter Druck: Auch nach Gebrauch nicht gewaltsam öffnen, zerdrücken oder verbrennen. Vor Sonneneinstrahlung schützen. Keinen Temperaturen über 50 °C aussetzen. Anderenfalls steigt die Brand- oder Explosionsgefahr.

VORSICHT
Das Kontaktmedium darf nicht unmittelbar auf der Haut des Patienten angewendet werden.

WARNUNG
Vergewissern Sie sich vor der Verwendung des LuMon™ Systems, dass es keine Bioimpedanz-Messgeräte, etwa zur Atmungsüberwachung per Impedanz, oder an den Patienten angeschlossene EKG-, EMG-, EOG- oder EEG-Geräte stört. Die Störung solcher Geräte kann die Patientenüberwachung beeinträchtigen.

WARNUNG
Verwenden Sie das LuMon™ System nicht bei Patienten mit internem oder externem Schrittmacher oder anderen aktiven Implantaten (etwa einem Defibrillator). Das LuMon™ System kann die Funktion solcher Geräte beeinträchtigen.

WARNUNG
Das LuMon™ System ist NICHT für den Einsatz mit einem Defibrillator zugelassen. Entfernen Sie deshalb den Gurt vom Patienten, bevor Sie einen Defibrillator an ihm verwenden. Anderenfalls kann die Wirksamkeit der Defibrillation beeinträchtigt oder das Gerät beschädigt werden.

WARNUNG
Dieses Gerät wurde geprüft und entspricht den Anforderungen für Medizinprodukte gemäss IEC 60601-1-2. Diese Anforderungen sollen vor schädlichen Störungen beim Betrieb in einer typischen medizinischen Umgebung schützen. Bedenken Sie bei der Interpretation der überwachten Daten, dass dennoch Störungen des LuMon™ Systems und/oder anderer Geräte auftreten und die Überwachung des Patienten beeinträchtigen können. Falls Sie Störungen feststellen oder vermuten, wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker, Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.

WARNUNG
Tragbare HF-Kommunikationsgeräte (dazu gehören auch Peripheriegeräte wie Antennenkabel und externe Antennen) sollten von jedem Teil des LuMon™ Systems mindestens 30 cm entfernt sein. Anderenfalls könnte die Funktion des LuMon™ Systems beeinträchtigt werden.

WARNING
Der LuMon™ Monitor darf nicht in unmittelbarer Nähe oder auf anderen Geräten betrieben werden, da von diesen Geräten elektromagnetische Störungen ausgehen und die Messungen verfälschen können. Lässt sich eine solche Zusammenstellung nicht vermeiden, kontrollieren Sie den ordnungsgemässen Betrieb des LuMon™ Monitors in der vorgesehenen Konfiguration.

WARNUNG
Instrumente für die Hochfrequenz-Chirurgie können den Betrieb des LuMon™ Systems beeinflussen und dürfen nicht zusammen mit dem LuMon™ System betrieben werden.

WARNUNG
NICHT MRT-SICHER. Verwenden Sie das LuMon™ System nicht in der Nähe von MRT-Geräten (Magnetresonanztomografie). Im Gurt und im Gurt-Konnektor induzierte Ströme könnten Verbrennungen am Patienten verursachen. Ausserdem könnte die Qualität des MRT-Bilds durch das LuMon™ System beeinträchtigt werden und das LuMon™ System durch das MRT-Gerät.

WARNUNG
Es wird empfohlen, den Monitor im normalen Betrieb (ausser beim Transport innerhalb des Krankenhauses) immer an das Stromnetz angeschlossen zu lassen.

WARNUNG
Wenn der Monitor bei leerer Batterie über das Stromnetz betrieben und dann davon getrennt wird oder der Strom ausfällt, schaltet sich der Monitor möglicherweise sofort ab.

WARNUNG
Schliessen Sie den LuMon™ Monitor nicht an eine Steckdose an, die über einen Wandschalter aktiviert wird, weil der LuMon™ Monitor in dieser Situation unbeabsichtigt vom Stromnetz getrennt werden könnte und sich dann, sobald die Batterie leer ist, abschaltet.

WARNUNG
Zur Vermeidung eines elektrischen Schlags muss das Gerät an eine Netzsteckdose mit Schutzerdung angeschlossen werden. Stellen Sie sicher, dass die Leitungen für die Stromversorgung und die Schutzerde korrekt angeschlossen sind. Schliessen Sie das Gerät vorsichtshalber nur direkt an fest installierte Wandsteckdosen in einem Krankenhaus oder einer vergleichbaren Einrichtung an. Schliessen Sie das Gerät weder an tragbare Steckdosen, noch an Verlängerungskabel oder öffentlich zugängliche Netzsteckdosen an.

WARNUNG
Zusätzliche Geräte (z. B. ein PC oder ein USB-Speichermedium mit eigener Stromversorgung), die an die Datenschnittstellen des LuMon™ Monitors angeschlossen werden, müssen die Anforderungen der entsprechenden IEC-Normen erfüllen (z. B. IEC 60601-1, UL 60601-1, CSA C22.2 Nr. 601-1-M90 oder IEC 60950). Darüber hinaus müssen alle dadurch resultierenden Konfigurationen der Norm IEC 60601-1 entsprechen. Jede Person, die zusätzliche Geräte an den LuMon™ Monitor anschliesst, konfiguriert damit ein medizinisches System und trägt die Verantwortung sicherzustellen, dass das System den Anforderungen der Norm IEC 60601-1 und der Norm IEC 60601-1-2 für elektromagnetische Verträglichkeit entspricht. Nur qualifiziertes Personal darf zusätzliche Geräte an die Datenschnittstellen des LuMon™ Monitors anschliessen.

WARNUNG
SensorBelts und LuMon™ Belts sind zur einmaligen Verwendung am Patienten gedacht – versuchen Sie daher nicht, sie wiederzuverwenden, zu reinigen, zu desinfizieren oder zu sterilisieren. Wird derselbe Gurt bei mehreren Patienten verwendet, steigt das Risiko einer Infektion oder einer Kreuzkontamination. Die Verwendung eines Gurts, dessen *Gurtzeit* abgelaufen ist, kann seine Sicherheit hinsichtlich einer Kontamination mit Bakterien und seine Funktion sowie die Funktion des Systems insgesamt beeinträchtigen. Entsorgen Sie den Gurt, wenn die *Gurtzeit* abgelaufen ist oder das Monitoring für den betreffenden Patienten beendet wurde.

WARNUNG
Wenden Sie SensorBelts, LuMon™ Belts, ContactAgent, LuMon™ Contact Spray bzw. NeoContactAgent nicht über offenen, nicht abgedeckten Wunden an. Das würde das Risiko von Infektionen und Gewebereizungen erhöhen.

VORSICHT
Gemäss ISO 10993-1 wurde für die Gurte und die Kontaktmittel/-sprays eine biologische Bewertung der Anwendung auf intakter Haut eines einzelnen Patienten für eine kumulierte Gesamtdauer von bis zu 30 Tagen durchgeführt. Dennoch wurde in seltenen Fällen bei Neugeborenen und Säuglingen an den Hautstellen mit Gurtkontakt ein Erythem (Hautrötung) beobachtet. Sollte eine Hautrötung auftreten, bildet sich diese in der Regel einige Stunden nach Entfernen des Gurts zurück. Beurteilen Sie nach Bedarf gelegentlich den Hautzustand des Patienten.

WARNUNG
Wischen Sie nach dem Abnehmen des Gurtes Rückstände von ContactAgent von der Haut des Patienten ab.

WARNUNG

Reinigen und desinfizieren Sie die wiederverwendbaren Teile des LuMon™ Systems nach Abschluss des Monitorings bei einem Patienten und vor der Verwendung an einem anderen Patienten sowie während der Anwendung an einem Patienten regelmässig gemäss den Vorgaben der Einrichtung wie in diesem Benutzerhandbuch beschrieben. Bereiten Sie das LuMon™ System vor jeder Verwendung wie in diesem Benutzerhandbuch beschrieben vor. Andernfalls erhöht sich die Gefahr einer Kreuzkontamination und einer Patienteninfektion.

WARNUNG

Alle Teile des LuMon™ Systems und alle Teile, die davon abgenommen werden, müssen als potenziell kontaminiert und als mögliche Infektionsquelle gelten. Entsorgen Sie alle vom Gerät entfernten Teile entsprechend den Vorschriften für medizinische Abfälle.

WARNUNG

Die ControlBox und die MatchBox des SensorBeltConnectors erzeugen geringe Wärmemengen und ihre Oberflächen können um mehrere Grad (Celsius) wärmer sein als die Umgebungstemperatur. Das Nichtbeachten der folgenden Punkte erhöht das Risiko lokaler Hautverbrennungen:

Setzen Sie die MatchBox nicht direkt auf den Patienten, und platzieren Sie die ControlBox so, dass kein Kontakt zur Haut des Patienten besteht.

Decken Sie die ControlBox und die MatchBox nach Möglichkeit nicht mit Tüchern oder Bettwäsche ab, um eine zu starke Erwärmung der Haut zu verhindern.

Um bei Bauchlage den Druck auf die Brust des Patienten an den Stellen zu minimieren, wo die MatchBox an die Dockingstation des SensorBelts angeschlossen ist, und um die Wärme von der MatchBox über die Luft abströmen zu lassen, können Sie beispielsweise zwei kleine Kissen zu beiden Seiten der Dockingstation platzieren.

WARNUNG

Die ControlBox des LuMon™ Connectors erzeugt geringe Wärmemengen, und ihre Oberfläche kann um mehrere Grad (Celsius) wärmer sein als die Umgebungstemperatur. Das Nichtbeachten der folgenden Punkte erhöht das Risiko lokaler Hautverbrennungen:

1) Platzieren Sie die ControlBox so, dass kein Kontakt zur Haut des Patienten besteht.
2) Decken Sie die ControlBox nach Möglichkeit nicht mit Tüchern oder Bettwäsche ab, um eine zu starke Erwärmung der Haut zu verhindern.

VORSICHT

Beachten Sie, dass ein am Patienten angelegter Gurt die Qualität von Röntgenaufnahmen (z. B. des Brustkorbs) beeinträchtigen kann.

VORSICHT

Um eine Fehlinterpretation der Ergebnisse zu vermeiden, beachten Sie, dass die im *Plethysmogramm* dargestellten Änderungen der Lungenimpedanz in einigen Situationen weniger auf die Atmung zurückzuführen sein können, sondern vielmehr auf andere Ursachen, etwa die Herztätigkeit. Um Informationen über die Atmung zu erhalten, sollte daher nicht alleine die grafische Darstellung des *Plethysmogramms,* d. h. die *Lungenimpedanzkurve,* herangezogen werden.

WARNUNG

In den folgenden Fällen können die Datenqualität beeinträchtigt, Messungen fehlerhaft und somit die Ergebnisse falsch interpretiert werden:

1) Die Grösse des angeschlossenen Gurts entspricht nicht der empfohlenen Grösse.
2) Der Gurt wurde nicht wie empfohlen angelegt und positioniert.
3) Die am LuMon™ Monitor angezeigte Drehung und Neigung entsprechen nicht der Lage des Patienten.
4) Die Patientendaten, der halbe oder volle Unterbrustumfang oder der Versatz des Gurts wurden nicht korrekt ermittelt und eingegeben. Alle diese Einstellungen werden beim Start des Monitors auf die Standardwerte zurückgesetzt. Sie müssen diese Einstellungen daher nach jedem Neustart des Monitors erneut eingeben.
5) Es wurde ein ungeeigneter Analysemodus ausgewählt.

VORSICHT

Im *TB-I-Modus* wird davon ausgegangen, dass die Werte für Minimum und Maximum und somit auch die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz*, die in den *Analyseintervallen* festgestellt werden, unabhängig von Betrag oder Frequenz der Änderungen der *Lungenimpedanz* mit der Atmung korrelieren, genauer gesagt mit den Zeitpunkten von Exspirationsende und Inspirationsende. Um Fehlinterpretationen der Daten zu vermeiden, machen Sie sich bewusst, dass *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes*, die im *TB-I-Modus* erstellt werden, nicht immer physiologisch aussagekräftig sind.

VORSICHT
Um Fehlinterpretationen der Ergebnisse zu vermeiden, machen Sie sich bewusst, dass die *Dependent Silent Spaces*, die *Nondependent Silent Spaces* sowie die vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)) weniger aussagekräftig sind, wenn der Schwerkraftvektor ungefähr senkrecht auf dem untersuchten Thoraxquerschnitt steht, der durch die *Gurtebene* definiert wird. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn der Patient steht oder aufrecht sitzt.

VORSICHT
Um eine Fehlinterpretation der Ergebnisse zu vermeiden, berücksichtigen Sie, dass die angezeigten *Thorax*- und *Lungenkonturen* sowie die zugehörigen Thorax- und Lungenmodelle, die das LuMon™ System zur Auswertung der gemessenen *EIT-Daten* verwendet, erheblich von der konkreten Situation eines Patienten abweichen können, etwa bei Patienten mit anatomischen Anomalien (z. B. nach einer Lungenresektion) oder Erkrankungen. Verwenden Sie die angezeigten *Thorax*- und *Lungenkonturen* nicht für diagnostische Zwecke oder zur Beurteilung.

VORSICHT
Die Verwendung von nicht empfohlenen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln kann Schäden bzw. Materialverschleiss am Gerät verursachen und so zu einem Ausfall des Geräts führen.

VORSICHT
Wird bei der Reinigung übermässige mechanische Kraft ausgeübt, kann das Schäden am Material des Geräts verursachen und so zu einem Ausfall des Geräts führen.

VORSICHT
Achten Sie darauf, die Oberflächen des LuMon™ Monitors oder des Gurt-Konnektors nicht mit scheuernden Reinigungsmitteln, Instrumenten, Bürsten oder Materialien mit rauer Oberfläche zu berühren, dagegen zu drücken oder zu scheuern und den Kontakt zu allem zu verhindern, das die Oberflächen des LuMon™ Monitors oder des Gurt-Konnektors verkratzen könnte.

VORSICHT
Verwenden Sie zur Reinigung des LuMon™ Monitors und des Gurt-Konnektors keine Lösungen auf Mineralölbasis oder mit Azeton oder anderen starken Lösungsmitteln. Diese Stoffe können die Materialien des Geräts angreifen und zu einem Ausfall des Geräts führen.

VORSICHT
Das LuMon™ System und sein Zubehör werden in nicht sterilem Zustand geliefert. Sterilisieren Sie keine Teile des Systems durch Strahlung, mit Dampf oder Ethylenoxid. Autoklavieren Sie das Gerät nicht und verwenden Sie keine Drucksterilisation.

VORSICHT
Verwenden Sie SensorBelts oder LuMon™ Belts nicht, wenn die Verpackung beschädigt ist.

WARNUNG
Im Inneren des LuMon™ Monitors befinden sich keine Teile, die vom Benutzer gewartet werden können. Die Abdeckung des LuMon™ Monitors darf nur durch *von Sentec autorisierte LuMon™ Techniker* entfernt werden. Die Wartung sowie alle Sicherheits- und Funktionstests müssen von qualifizierten Technikern durchgeführt werden. Anderenfalls besteht die Gefahr von Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät.

WARNUNG
Verändern Sie das LuMon™ System nicht ohne ausdrückliche Genehmigung von Sentec. Falls Personen ohne entsprechende Schulung Änderungen am System vornehmen oder nicht genehmigte Teile verwendet werden, besteht die Gefahr von Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät.

WARNUNG
Entfernen Sie den LuMon™ Belt, wenn er verschmutzt ist.

WARNUNG
Der LuMon™ Monitor ist kein Apnoe-Monitor.

2.3 Informationen zur elektromagnetischen Verträglichkeit

Das LuMon™ System ist für den Betrieb in einer elektromagnetischen Umgebung bestimmt, wie sie im Abschnitt 13.8 angegeben ist.

2.3.1 Elektromagnetische Strahlung

Da dieses Produkt Hochfrequenzenergie erzeugt, verwendet und ausstrahlt, kann die Nichteinhaltung der Anweisungen im Benutzerhandbuch bei Installation und Anwendung Störungen im Funkverkehr verursachen. Der Betrieb dieses Produkts in einem Wohngebiet verursacht mit hoher Wahrscheinlichkeit Störungen, für deren Behebung die Benutzer aufzukommen haben.

Der LuMon™ Monitor wurde geprüft und entspricht den Grenzwerten für ein Digitalgerät der Klasse A, sowohl gemäss Teil 15 der FCC-Bestimmungen als auch gemäss den Vorschriften für Störfrequenzen des kanadischen Department of Communications.

HINWEIS
Aufgrund der Eigenschaften seiner Aussendungen ist dieses Gerät für den Einsatz in Gewerbegebieten und Krankenhäusern geeignet (CISPR 11 Klasse A). Wird dieses Gerät in einem Wohngebiet betrieben (wofür im Normalfall CISPR 11 Klasse B erforderlich ist), bietet dieses Gerät möglicherweise keinen ausreichenden Schutz vor der Beeinträchtigung von Funkdiensten. Der Betreiber muss eventuell Massnahmen zur Abhilfe treffen und das Gerät beispielsweise umsetzen oder anders ausrichten.

2.3.2 Schutz vor elektrostatischer Entladung

Wenden Sie bei der Handhabung und vor dem Betrieb des Geräts immer die entsprechenden Massnahmen, Schutzvorrichtungen und Produkte zur elektrostatischen Entladung (ESE) an. Andernfalls können elektrostatisch gefährdete Komponenten des Geräts beschädigt werden. Auf diese Weise beschädigte Komponenten fallen nicht unter die Sentec-Garantie. Bei ESE können grosse Spannungen auftreten, die die Leiterplatten oder andere Systemkomponenten beschädigen können. ESE-Schäden sind kumulativ und daher möglicherweise anfänglich nicht zu bemerken, da zwar die Leistung nachlässt, es aber zu keinem eindeutig erkennbaren Gerätedefekt kommt. Die Wahrscheinlichkeit für ESE ist bei niedriger Luftfeuchtigkeit sowie beim Kontakt mit Teppichen, Wäsche und Kleidungsstücken grösser.

2.3.3 Elektromagnetische Verträglichkeit

Der LuMon™ Monitor entspricht den Vorgaben der IEC-Ergänzungsnorm 60601-1-2 EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit). Bestimmte Funkgeräte (z. B. Mobiltelefone, Funksprechgeräte, Schnurlostelefone, Funkrufsender) senden jedoch Hochfrequenzen aus, die sich auf den Betrieb des LuMon™ Monitors auswirken und diesen stören können.

2.4 Erläuterung der Symbole

Die folgende Tabelle erläutert die Symbole, die auf dem LuMon™ System (mit allen zugehörigen Teilen) selbst, auf den Verpackungen und in der zugehörigen Dokumentation verwendet werden. Diese Symbole liefern wesentliche Informationen für die korrekte Verwendung. Die Symbole sind nicht in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit angegeben.

	Gebrauchsanweisung beachten
	Gebrauchsanweisung lesen
	Hersteller
	Herstellungsdatum
EC REP	Bevollmächtigter Vertreter in der EU
CE	CE = „Conformité Européenne": Das Gerät entspricht, wie in der Konformitätserklärung angegeben, den geltenden europäischen Verordnungen und Richtlinien.
3	Symbol für die Einhaltung der Richtlinie 75/324/EWG über Aerosolpackungen
MD	Medizinprodukt
REF	Referenznummer
SN	Seriennummer
LOT	Chargennummer
Rx only	Verschreibungspflichtig
IP_{xy}	Schutzart, Klasse xy
	Sicherung
	Hochfrequenzsender
	Anwendungsteil Typ BF (gemäss IEC 60601-1)
	Aus (Strom)
|	Ein (Strom)
	USB-Verbindung
	Anzeige für Netzstrom/Batterie
IOIO	Serieller Anschluss
	Potentialausgleichsklemme

	Ethernet-Verbindung
	Für den einmaligen Gebrauch
	Mehrmaliger Einsatz an einem Patienten
	Angabe der Gurtgrösse (Unterbrustumfang in cm)
	Verfallsdatum
e	Nennfüllmenge
	Vorsicht
	Hochentzündliches Aerosol
	Trocken lagern
	Vor Sonneneinstrahlung schützen
	Zulässige Feuchtigkeit
	Zulässiger Druck
	Zulässige Temperatur
	Obere Temperaturgrenze
	Bei beschädigter Verpackung nicht verwenden
	Gemäss EU-Richtlinie 2012/19/EU entsorgen
	Empfohlene Massnahme(n) des Benutzers
	Informationen und Anleitungen für die Konfiguration des LuMon™ Systems für Erwachsene/Kinder
	Informationen und Anleitungen für die Konfiguration des LuMon™ Systems für Neugeborene/Säuglinge
INCI	Inhaltsstoffe in INCI-Nomenklatur
	Aufrecht lagern
	Transport
	Lagerung

3 INDIKATIONEN UND KONTRAINDIKATIONEN

3.1 Vorgesehener Anwender

Das LuMon™ System (1.1) ist ausschliesslich für die Nutzung durch Ärzte vorgesehen, die seine grundlegende Funktionsweise und das Funktionsprinzip verstehen (4).

> HINWEIS
> Alle Personen, die das LuMon™ System bedienen, müssen vor der Nutzung dieses Handbuch, zusätzliche Bedienungsanweisungen, alle Vorsichtsmassnahmen und Spezifikationen gelesen und verstanden haben.

3.2 Verwendungszweck: allgemein

Das LuMon™ System (1.1) ist zur Verwendung bei Patienten vorgesehen, deren Atmung und (regionale) Lungenfunktion beurteilt oder beobachtet werden müssen. Zu dieser Patientengruppe gehören Personen, die spontan atmen, die zusätzlichen Sauerstoff oder Atmungsunterstützung benötigen oder die beatmet werden müssen. Das System dient ausserdem zum Monitoring der Verteilung der Belüftung bei Patienten z. B. in Rücken-, Bauch- oder Seitenlage, bei denen die regionale Verteilung des Lungenvolumens von klinischem Interesse ist.

Das LuMon™ System soll unter der unmittelbaren Aufsicht durch Ärzte in professionellen Gesundheitseinrichtungen wie Krankenhäusern, vergleichbaren Einrichtungen oder beim Transport innerhalb des Krankenhauses verwendet werden.

3.3 Verwendungszweck: Indikationen für die Verwendung

Das LuMon™ System (1.1) – bestehend aus dem LuMon™ Monitor und dem genannten Zubehör – ist ein Gerät zum nicht invasiven und nicht radiologischen Monitoring und liefert eine Beurteilung der regionalen Impedanzschwankungen in einem Querschnitt des Thorax des Patienten. Die klinischen Anwender erhalten in grafischer Form und als Zahlenwerte Daten, die die Beurteilung der Atmung und der Schwankungen im regionalen Luftgehalt in einem Querschnitt des Patiententhorax unterstützen. Das LuMon™ System gibt keine Alarmmeldungen aus und seine Messwerte dürfen nur als Ergänzung weiterer klinischer Daten herangezogen werden. Das LuMon™ System ist nicht für die Nutzung zur primären Überwachung der Vitalzeichen vorgesehen.

Der SensorBeltConnector und der LuMon™ Connector sind wiederverwendbare Adapter, die einen SensorBelt oder einen LuMon™ Belt mit dem LuMon™ Monitor verbinden.

Die SensorBelts und LuMon™ Belts sind unsterile Zubehörteile zur Verwendung an einem einzigen Patienten und sind für die Anbringung auf der intakten Haut um den gesamten Thoraxumfang des Patienten vorgesehen. SensorBelts und LuMon™ Belts können an einem Patienten wiederholt bis zu einer Gesamtdauer von 30 Tagen angewendet werden.

Die SensorBelts sind für die Verwendung bei Erwachsenen und Kindern vorgesehen und sind in verschiedenen Gurtgrössen erhältlich, die auf den Thoraxumfang (Unterbrustumfang) dieser Patientengruppe abgestimmt sind.

Die LuMon™ Belts sind für die Verwendung bei Erwachsenen bis zu Neugeborenen vorgesehen und sind in verschiedenen Gurtgrössen erhältlich, die auf den Thoraxumfang (Unterbrustumfang) dieser Patientengruppe abgestimmt sind.

ContactAgent, das LuMon™ Contact Spray und NeoContactAgent sind Kontaktmedien zur Verwendung mit den SensorBelts und den LuMon™ Belts, die die leitende Kopplung zwischen den Gurten und der intakten Haut des Patienten herstellen. ContactAgent und NeoContactAgent sind unsteril und für die Verwendung auf der intakten Haut eines einzelnen Patienten für eine Gesamtdauer von bis zu 30 Tagen vorgesehen. Das LuMon™ Contact Spray ist unsteril und für die Verwendung auf der intakten Haut von Erwachsenden und Kindern für eine Gesamtdauer von bis zu 30 Tagen vorgesehen.

Das LuMon™ System ist für die Verwendung unter unmittelbarer Überwachung durch einen Arzt in einer professionellen Gesundheitseinrichtung zur Patientenpflege bestimmt.

> HINWEIS
> Das LuMon™ System ist derzeit nicht von der FDA zur Anwendung in den USA zugelassen.

3.4 Kontraindikationen

Die Verwendung des LuMon™ Systems (1.1) ist kontraindiziert, wenn einer der folgenden Umstände vorliegt oder vermutlich vorliegt:

- Der Patient hat aktive Implantate (Schrittmacher oder Defibrillator).
- Der Patient hat einen externen Schrittmacher oder Defibrillator.
- Der Patient hat offene bzw. nicht abgedeckte Wunden in dem Bereich, in dem der Gurt angelegt wird, beispielsweise einen offenen Thorax während oder nach einer Operation am Herzen.

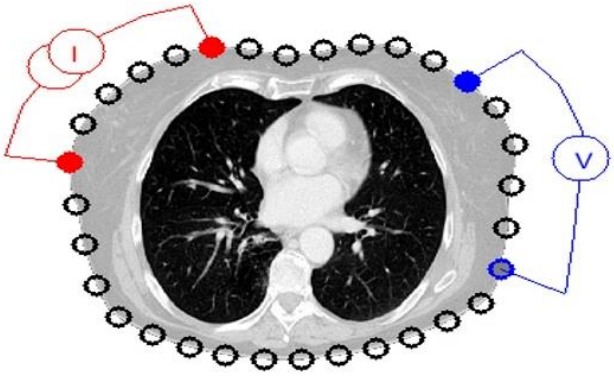
4 FUNKTIONSPRINZIP DER EIT UND IHRE GRENZEN

4.1 Allgemeines Funktionsprinzip

Die Sentec EIT basiert auf den Prinzipien der elektrischen Impedanztomografie (EIT). Dabei werden schwache Wechselströme angelegt und über den Weg des geringsten Widerstandes durch einen Körper geleitet. Die an der Oberfläche des Körpers auftretenden elektrischen Potentiale werden fortlaufend durch eine Reihe von Elektroden auf dem Körper gemessen. Üblicherweise sind die Elektroden so angeordnet, dass sie nacheinander Signale aus unterschiedlichen Richtungen erfassen können. So verändert sich die elektrische „Blickrichtung" permanent, und mit einer Messfrequenz von meist 50 Hz lassen sich Bilder erstellen, die die regionale Impedanz innerhalb des Körpers und ihre Schwankungen zeigen.

Abbildung 4-1 zeigt dies an einem Gurt mit integrierten Elektroden, der um die Brust eines Patienten gelegt wurde. Ein sehr schwacher und daher harmloser Wechselstrom wird an ein Elektrodenpaar (rot) angelegt. Die Punkte, an denen der Strom angelegt wird, werden regelmässig geändert und wandern so allmählich rund um die Brust. Für jeden Strom, der an ein Elektrodenpaar angelegt wird, werden die Spannungen von 32 Elektrodenpaaren (blau) erfasst.

Abbildung 4-1: Schematische Darstellung der Elektrodenpositionen mit einem um die Brust eines Patienten angelegten EIT-Gurt



4.2 Funktionsprinzip beim Einsatz zum Monitoring der Lungenfunktion

Wenn ein Gurt mit integrierten Elektroden um die Brust des Patienten liegt (Abbildung 4-1), ist es möglich, die regionalen Impedanzschwankungen in einem Querschnitt des Thorax des Patienten fortlaufend zu überwachen und darzustellen. Da die Impedanzschwankungen vor allem auf die Lungenfunktion – Luft strömt ein, verteilt sich in der Lunge und strömt wieder heraus – und zu einem geringeren Anteil auch auf die Perfusion und die Herztätigkeit zurückzuführen sind, lassen sich Schwankungen im regionalen Luftgehalt bzw. -volumen in der Lunge des Patienten fortlaufend überwachen: nichtinvasiv, ohne Strahlung und am Patientenbett. Daraus lassen sich verschiedene Bilder (z. B. zur Verteilung des Tidalvolumens), *Kurven* sowie eine Reihe von *Indizes* und *Parametern* ableiten und als Trend darstellen, insbesondere:

- Ein *Plethysmogramm* (9.4) zur Darstellung von relativen Schwankungen der *Lungenimpedanz*, die sich aus den relativen Schwankungen von Lungenvolumen/Luftgehalt bei der Atmung ergibt.
- Auf der Impedanz basierende *Atemfrequenz* (RRi) (9.6).
- Die *endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI) (9.8) korreliert mit dem Lungenvolumen beim Exspirationsende (d. h. beim Ausatmen unter Umgebungsdruck), mit der funktionellen Residualkapazität (FRC) bei normaler Atmung oder dem Residualvolumen (RV) bei forcierter Exspiration.
- Die *endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI) (9.8) korreliert mit dem Lungenvolumen bei Inspirationsende.
- Die *tidale Schwankung* (TVi) (9.8) ist die Differenz zwischen EILI und EELI bezogen auf das bei einem Atemzug eingeatmete Volumen, also das Tidalvolumen (TV) bei normaler Atmung, oder auf die inspiratorische Kapazität (IC) bei forcierter Inspiration.
- Die *Belüftung* (9.8) ist die mittlere *Lungenimpedanz* (MLI) über ein vordefiniertes *Analyseintervall* mit einer auf 15 Sekunden festgelegten Dauer, bezogen auf das mittlere Lungenvolumen.
- Das *Dehnungsbild* (9.9) zeigt die regionale Verteilung der *relativen tidalen Dehnung* (RTS) und gibt die regionale Verteilung der Tidalvolumina (TV) in den Lungenflügeln an.
- Das *Zentrum der Belüftung* (Center of Ventilation, CoV) (9.10) gibt die Verteilung der Belüftung an und wird beispielsweise in vertikaler und horizontaler Richtung dargestellt, wobei die vertikale CoV-Komponente (CoV(v)) die Position des *Belüftungshorizonts* (HoV) angibt.

- Die sogenannten *Silent Spaces* (9.10) zeigen die Verteilung und den Anteil der Lungenbereiche mit geringer oder keiner Impedanzänderung beim Atmen. Damit geben sie den Prozentwert der Lungenregionen an, die wenig oder keine Belüftung erhalten und daher unterbelüftet sind. Da die Schwerkraft einen grossen Einfluss auf das Lungengewebe und Flüssigkeiten in der Lunge hat, werden *Silent Spaces* oberhalb des HoV als *Dependent Silent Spaces* (DSS) und unterhalb davon als *Nondependent Silent Spaces* (NSS) bezeichnet. *Silent Spaces* können hilfreich sein, um Zustände wie einen verschobenen Endotrachealtubus oder einen Pneumothorax (DSS) oder einen Pleuraerguss sowie schwerkraftabhängige Zustände wie kollabierte, flüssigkeitsgefüllte oder gedehnte Lungenbereiche (NSS) zu erkennen.
- Die *funktionellen Lungenbereiche* (FLS) (9.10) zeigen die Verteilung und den Anteil der Lungenbereiche mit einer nicht geringfügigen Impedanzänderung beim Atmen. Damit geben sie den Prozentsatz der belüfteten Lungenbereiche an. Sie hängen damit zusammen, was in der Fachliteratur als funktionelles Lungenvolumen [1] oder verfügbares Lungenvolumen angegeben wird, also der restliche belüftete Lungenanteil.

Das Verfahren der EIT ist seit Jahrzehnten Gegenstand der Forschung, daher gibt es umfassende Fachliteratur zu diesem Thema. Eine Übersicht enthält beispielsweise Costa et al. [2]. Weitere Informationen zur klinischen Anwendung finden Sie ebenfalls in der einschlägigen Fachliteratur, z. B. Frerichs et al. [3], Putensen et al. [4], Lobo et al. [5].

4.3 Besondere Funktionsmerkmale der Sentec EIT

Sentec EIT wählt die am besten zum jeweiligen Patienten passenden Thorax- und Lungenmodelle aus einer Reihe vordefinierter, anhand von CTs erstellter Thorax- und Lungenmodelle aus (9.1). Diese Modelle dienen zur Rekonstruktion des *EIT-Bilds* und zur Bestimmung der *Thorax-* und *Lungen-ROI* bzw. der *Thorax-* und *Lungenkonturen*. In der Konfiguration für Erwachsene und Kinder orientieren sich diese Modelle im Wesentlichen am Body-Mass-Index (BMI) für beide Geschlechter. In der Konfiguration für Neugeborene und Säuglinge wird nur ein einziges CT-basiertes Thorax- und Lungenmodell verwendet. Hier berücksichtigt das LuMon™ System den Versatz der Elektroden um den Thorax gegenüber ihren angenommenen Standardpositionen. Wir weisen darauf hin, dass das LuMon™ System mit Ausnahme des *globalen dynamischen Bilds* (9.4) ausschliesslich die Impedanzwerte innerhalb der *Lungen-ROI* auswertet.

Zur Sentec EIT gehört auch ein Positionssensor, der fortlaufend die Lage des Patienten auswertet (*Drehung* und *Neigung*) und den Ärzten die klinische Bewertung des Einflusses der Schwerkraft auf die Lungenmechanik und die Verteilung der Lungenbelüftung ermöglicht (9.2).

Da uneingeschränkt funktionstüchtige Elektroden Voraussetzung für die Erstellung von *EIT-Daten* sind, ermittelt das LuMon™ System fortlaufend die Qualität des Hautkontakts aller 32 Elektroden im Gurt und teilt sie ein in Elektroden mit ausreichender, mangelhafter oder unzureichender Qualität des Kontakts bzw. der Impedanzkopplung zur Haut. Im letzteren Fall wird die Elektrode als *fehlerhaft* (9.3) bezeichnet. Der moderne und einzigartige Algorithmus zur Bildrekonstruktion im LuMon™ System kann bis zu sechs *fehlerhafte Elektroden* kompensieren. Wenn sich die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut erheblich verändert oder sich die Anzahl *fehlerhafter Elektroden* ändert, führt das LuMon™ System eine Kalibrierung seiner Messinstrumente durch und unterbricht währenddessen das Monitoring für kurze Zeit. Falls zu viele *fehlerhafte Elektroden* festgestellt werden, ist das Monitoring nicht möglich. Verbessert sich die Daten- bzw. Signalqualität (9.3) wieder, beispielsweise durch weniger *fehlerhafte Elektroden*, wird das Monitoring fortgesetzt.

4.4 Grenzen der EIT/Sentec EIT

Die folgenden klinischen Situationen bzw. Faktoren können sich auf die *EIT-Rohdaten* sowie die davon abgeleiteten *EIT-Bilder*, *Kurven* und *Indizes* auswirken und die Genauigkeit der daraus ermittelten *Parameter* wie die *Atemfrequenz* (RRi) einschränken.

- Falsch positionierter oder nicht korrekt angelegter Gurt, z. B. weil der Gurt nicht wie empfohlen positioniert oder beim Anlegen nicht genügend Kontaktmittel verwendet wurde (8).
- Faktoren, die einen Gurt-Haut-Kontakt in ausreichender Qualität verhindern, z. B. Bandagen in dem Thoraxbereich, wo sich der gestreifte Teil des Gurts befinden muss.
- Faktoren, die eine abrupte oder allmähliche Verschlechterung der Qualität des Gurt-Haut-Kontakts verursachen, z. B. Tätigkeiten am Patienten oder Bewegungen des Patienten oder eine allmähliche Lockerung des Gurts um die Brust.
- Faktoren, die (vorübergehend) Impedanzänderungen in der *EIT-sensitiven Region* verursachen, die nicht atmungsbedingt sind, z. B. die Verabreichung von Flüssigkeit oder die Bewegung von Flüssigkeit und Gewebe (z. B. Zwerchfell) in der *EIT-sensitiven Region*.
- Die Nutzung des *TB-I-Analysemodus* bei sehr unregelmässig und/oder sehr schwach atmenden Patienten, bei denen die maximale Änderung der *Lungenimpedanz* in den *Analyseintervallen* möglicherweise nicht *atmungsbedingt* ist, wodurch *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes*, die im *TB-I-Modus* erstellt werden, eventuell nicht immer physiologisch aussagekräftig sind (8.5, 9.7).

- Die Nutzung der Sentec EIT bei Patienten nach einer Lungenresektion oder mit Thorax-Fehlbildungen – in diesem Fall können die Thorax- und Lungenmodelle erheblich von der tatsächlichen Situation abweichen. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.
- Die Nutzung der Sentec EIT, wenn eine Kontraindikation vorliegt (3.4).
- Störungen durch andere Geräte, etwa für die Hochfrequenz-Chirurgie (HF) oder Geräte, von denen starke elektromagnetische Felder ausgehen.
- Die Unterteilung der *Silent Spaces* in *Dependent Silent Spaces* (abhängig) und *Nondependent Silent Spaces* (nicht abhängig) sowie die vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)) sind weniger aussagekräftig, wenn die *Neigung* so stark ist, dass der Schwerkraftvektor ungefähr senkrecht auf dem untersuchten Thoraxquerschnitt steht, der durch die *Gurtebene* definiert wird. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn der Patient steht oder aufrecht sitzt.

HINWEIS

Die EIT misst nicht das Verhalten der gesamten Lunge, sondern nur der Lungenregionen, die sich innerhalb der *EIT-sensitiven Region* befinden. *EIT-Bilder* und davon abgeleitete *Parameter* und *Indizes* geben daher nicht Auskunft über die gesamte Lunge, sondern nur über die Lungenregionen, die sich innerhalb der *EIT-sensitiven Region* befinden.

Die *EIT-sensitive Region* umgibt die *Gurtebene* und ist ungefähr linsenförmig: Nahe der Körperoberfläche entspricht die Dicke der *EIT-sensitiven Region* mindestens der Gurtbreite (Tabelle 13-13) und nimmt zur Thoraxmitte hin zu, bis sie ungefähr die Hälfte bis zwei Drittel der Thoraxbreite ausmacht.

5 SYSTEMÜBERSICHT

Dieser Abschnitt enthält eine kurze Beschreibung aller Komponenten des LuMon™ Systems (1.1). Das System ist in einer Konfiguration für Erwachsene und Kinder und in einer weiteren Konfiguration für Neugeborene und Säuglinge verfügbar.

Zum LuMon™ System gehören LuMon™ Monitore (5.1), Gurt-Konnektoren (5.2) zum Anschluss der in mehreren Grössen erhältlichen textilen EIT-Gürtel von Sentec (5.3) an den LuMon™ Monitor sowie die Kontaktmittel/-sprays von Sentec (5.4), die die Impedanzkopplung zwischen dem Gurt und der Haut des Patienten herstellen. Mit Massbändern (5.5), die im Lieferumfang des Kontaktmittels enthalten sind, messen die Bediener die Patienten aus, um die empfohlene Gurtgrösse zu ermitteln, d. h. die Grösse des Gurts, die für den jeweiligen Patienten am besten geeignet ist.

5.1 LuMon™ Monitor

Der LuMon™ Monitor (Abbildung 5-1, Abbildung 5-2) ist ein tragbarer, eigenständiger EIT-Monitor zur Verwendung am Patientenbett. Er ist in zwei Konfigurationen erhältlich:

- ( ) LuMon™ Monitor – Adult: Diese Konfiguration ist für die Verwendung bei Erwachsenen/Kindern und unterstützt SensorBeltConnectors (5.2.1) und SensorBelts (5.3.1) und/oder LuMon™Connector (5.2.2) sowie LuMon™ Belt Adult (5.3.2).
- ( ) LuMon™ Monitor – Neo: Diese Konfiguration ist für die Verwendung bei Neugeborenen/Säuglingen und unterstützt LuMon™ Connectors (5.2.2) und LuMon™ Belts (5.3.2).

> **HINWEIS**
> Das Monitorgehäuse, die Konnektoren und die grafische Benutzeroberfläche sind für beide Konfigurationen identisch und werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Abbildung 5-1: LuMon™ Monitor – Vorderseite (hier: LuMon™ Monitor – Adult)

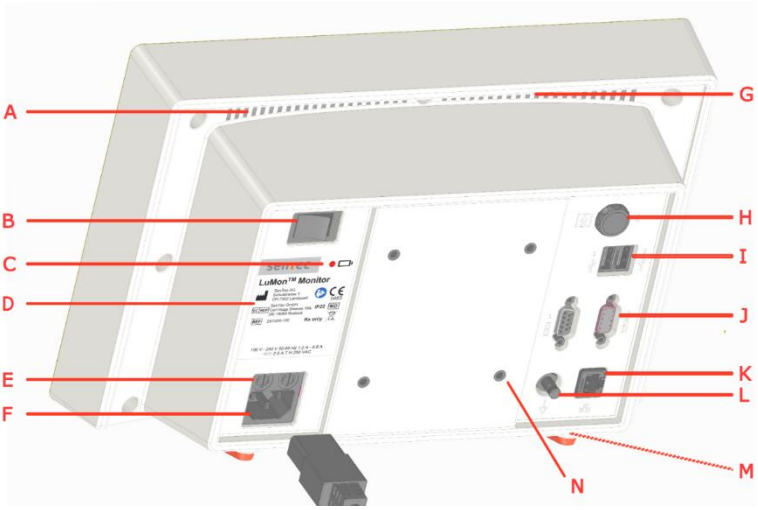
A. Touchscreen mit grafischer Benutzeroberfläche (6)

B. Ständer mit Angabe der Konfiguration des LuMon™ Monitors:
LuMon™ ADULT für den LuMon™ Monitor – Adult
LuMon™ NEO für den LuMon™ Monitor – Neo

> **HINWEIS**
> Der Bildschirm des LuMon™ Monitors lässt sich nur über Berührungen mit dem Finger bedienen. Die Verwendung von harten oder scharfen Gegenständen auf dem Touchscreen kann das Display dauerhaft beschädigen.

> **HINWEIS**
> Nach dem Einschalten kalibriert der LuMon™ Monitor seinen Touchscreen. Berühren Sie den Touchscreen in den ersten Sekunden nach dem Start nicht, um die Kalibrierung nicht zu stören.

Abbildung 5-2: LuMon™ Monitor – Rückseite



A. Belüftungsschlitze
B. EIN/AUS-Schalter
C. Anzeige für Netzstrom/Batterie
D. Typenschild
E. Sicherungshalter (2 St.)
F. Anschluss für den Netzstecker
G. Integrierter Tragegriff
H. Buchse zum Anschluss des Gurt-Konnektors
I. 2 USB-Anschlüsse – nur zur Verwendung mit Speichermedien ohne eigene Stromversorgung
J. 2 serielle Anschlüsse – nur zur Verwendung durch den Hersteller
K. Ethernet-Anschluss – nur zur Verwendung durch den Hersteller
L. Potentialausgleichsklemme
M. Belüftungsschlitze
N. 4 Aussparungen für die Montage, VESA 75

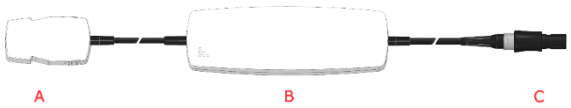
5.2 Gurt-Konnektoren

Die Gurt-Konnektoren verbinden die Gurte mit den LuMon™ Monitoren. Sie steuern die Einspeisung sehr schwacher Wechselströme in den Thorax des Patienten und die Messung der Spannungen (elektrischen Potentiale), die dadurch an der Haut des Thorax entstehen.

5.2.1 SensorBeltConnector

Der SensorBeltConnector (Abbildung 5-3) schliesst einen SensorBelt (5.3.1) an einen LuMon™ Monitor – Adult (5.1) an. Über den Positionssensor in seiner MatchBox kann das LuMon™ System die Lage des Patienten ermitteln und anzeigen (*Drehung* und *Neigung*) (9.2). Wenn der SensorBeltConnector korrekt am LuMon™ Monitor angeschlossen und dieser eingeschaltet ist, leuchtet die Status-LED an der MatchBox dauerhaft grün, wenn ein SensorBelt angeschlossen ist.

Abbildung 5-3: SensorBeltConnector



A. MatchBox (mit Positionssensor und Status-LED) – wird an SensorBelts angeschlossen
B. ControlBox (mit integrierter Elektronik und Status-LED)
C. Monitor-Stecker – verbindet die Buchse des Gurt-Konnektors mit dem LuMon™ Monitor

5.2.2 LuMon™ Connector

Der LuMon™ Connector (Abbildung 5-4) schliesst einen LuMon™ Belt (5.3.2, 5.3.3) an einen LuMon™ Monitor (5.1) an.

Anders als die MatchBox des SensorBeltConnectors (5.2.1) enthält die MatchBox des LuMon™ Connectors weder einen Positionssensor noch eine Status-LED.

Abbildung 5-4: LuMon™ Connector

A. LuMon™ MatchBox – zum Anschluss eines LuMon™ Belts

B. ControlBox (mit integrierter Elektronik und Status-LED)

C. Monitor-Stecker – verbindet die Buchse des Gurt-Konnektors mit dem LuMon™ Monitor

5.3 Gurte

Die für Sentec EIT verwendeten Einweg-Gurte dürfen jeweils nur an einem Patienten verwendet werden. Sie sind klebstofffrei, mit 32 integrierten Elektroden in der gestreiften Stoffhülle ausgestattet und sollen eng am Patienten anliegen, ohne die Atmung zu behindern. Die Gurte werden um den Brustkorb gelegt; die Gurte für Erwachsene und Kinder folgen den Rippen in leicht schräger Ebene, die Gurte für Neugeborene und Säuglinge werden in transversaler Ebene angelegt. Die Gurte müssen auf intakter Haut verwendet werden, sind nur zur Nutzung bei einem Patienten gedacht und können bis zu 72 Stunden verwendet werden. Verwenden Sie die Gurte nicht, wenn die Verpackung beschädigt ist. SensorBelts und LuMon™ Belts können an einem Patienten wiederholt bis zu einer Gesamtdauer von 30 Tagen angewendet werden.

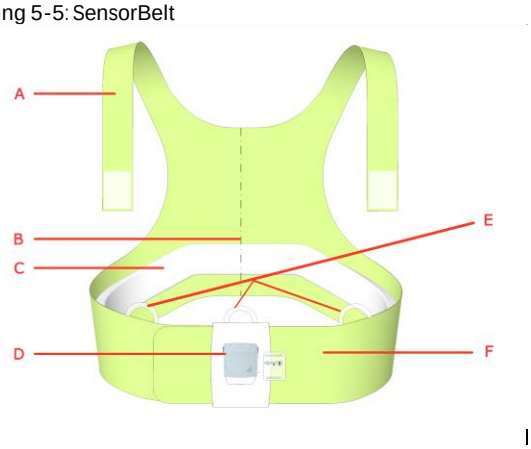
VORSICHT
Verwenden Sie die SensorBelts oder LuMon™ Belts nicht, wenn die Verpackung beschädigt ist.

5.3.1 SensorBelt

SensorBelts (Abbildung 5-5) sind in vier Grössen erhältlich (Tabelle 13-14) und sind für Erwachsene und Kinder mit einem vollen Unterbrustumfang zwischen ca. 76 und 128 cm vorgesehen. Die Schulterriemen erleichtern die korrekte Positionierung am Thorax des Patienten und tragen im weiteren Verlauf dazu bei, die unbeabsichtigte Verschiebung des SensorBelts aus seiner optimalen Position zu verhindern.

Die schräge, rippenparallele Ausführung des SensorBelts ermöglicht ein ungehindertes Atmen.

Abbildung 5-5: SensorBelt



A. Schulterriemen mit Klettverschlüssen

B. Mittellinien-Indikator: Positionierungshilfe (zur Ausrichtung an der Wirbelsäule)

C. Gestreifter Stoff: klebstofffreier, leitfähiger Stoff mit 32 integrierten Elektroden

D. Dockingstation: zum Anschluss des SensorBeltConnectors

E. Schlaufen für die Schulterriemen

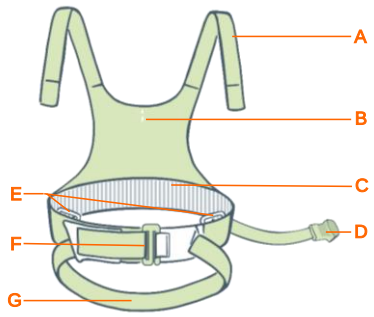
F. Brustband des SensorBelts

5.3.2 LuMon™ Belt Adult

LuMon™ Belts Adult (Abbildung 5-7) sind in vier Grössen erhältlich (Tabelle 13-14) und sind für Erwachsene und Kinder mit einem Unterbrustumfang zwischen ca. 78 und 130 cm vorgesehen. Die Schulterriemen erleichtern die korrekte Positionierung am Thorax des Patienten und tragen im weiteren Verlauf dazu bei, die unbeabsichtigte Verschiebung des LuMon™ Belts aus seiner optimalen Position zu verhindern.

Die schräge, rippenparallele Ausführung des LuMon™ Belts Adult ermöglicht ein ungehindertes Atmen.

Abbildung 5-6: LuMon™ Belt Adult



A. Schulterriemen mit Klettverschlüssen
B. Mittellinien-Indikator: Positionierungshilfe
C. Gestreifter Stoff: klebstofffreier, leitfähiger Stoff mit 32 integrierten Elektroden
D. Connector-Stecker: zum Anschluss an den LuMon ™ Connector
E. Schlaufen für die Schulterriemen
F. Vorderschnalle
G. Unterer Rückenriemen

5.3.3 LuMon™ Belt Neo

LuMon™ Belts Neo (Abbildung 5-7) sind in sieben Grössen erhältlich (Tabelle 13-14) und sind für Neugeborene und Säuglinge mit einem Unterbrustumfang zwischen ca. 17 und 52 cm vorgesehen. Durch den integrierten Positionssensor kann das LuMon™ System die Lage des Patienten (*Drehung* und *Neigung*) ermitteln und anzeigen (9.2). Das weiche und dehnbare Verschlussband engt den Brustkorb nicht ein und verhindert dadurch eine Einschränkung der Atmung und eine erhöhte Atemarbeit.

Abbildung 5-7: LuMon™ Belt Neo

A. Gestreifter Stoff: klebstofffreier, leitfähiger Stoff mit 32 integrierten Elektroden
B. Weiches, dehnbares Verschlussband
C. Abbildung „Bär" zur erleichterten Ausrichtung der LuMon™ Belts (die Köpfe von Bär und Patient müssen in einer Flucht sein) und zum Erkennen einer versehentlichen Verschiebung des Gurts. Der Positionssensor befindet sich unter dem Bären.
D. Verbindungsstecker: zum Anschluss an den LuMon™ Connector

5.4 Kontaktmittel/-spray

ContactAgent, LuMon™ Contact Spray und NeoContactAgent stellen die Impedanzkopplung zwischen den Gurten und der intakten Haut des Patienten her. Das Kontaktmittel/-spray muss vor dem Anlegen des Gurts auf den gestreiften Stoff aufgebracht werden (8.1, 8.2). Das Kontaktmedium darf nicht direkt auf die Haut des Patienten aufgetragen werden. Das Kontaktmedium ist für die Mehrfachverwendung durch einen Patienten vorgesehen.

VORSICHT
Das Kontaktmedium darf nicht direkt auf die Haut des Patienten aufgetragen werden.

5.4.1 ContactAgent

Der ContactAgent wird in Druckluft-Sprühdosen geliefert, mit denen sich das Kontaktmittel schnell und gleichmässig auf SensorBelt/ LuMon™ Belt Adult, d. h. für Erwachsene und Kinder vorgesehene, grössere Gurte (5.3.1, 5.3.2), auftragen lässt. Beim Auftragen des ContactAgent entsteht Schaum, an dem sich deutlich erkennen lässt, wo der ContactAgent bereits aufgetragen wurde. Der ContactAgent wird als Teil von Paketen aus sechs ContactAgent-Sprühdosen und sechs Massbändern für Erwachsene/Kinder (5.5.1) geliefert.

Abbildung 5-8: Sprühdose mit ContactAgent

> ⚠ WARNUNG
> Der ContactAgent ist ein hochentzündliches Aerosol. Halten Sie ihn fern von Hitze, Funken, offenem Feuer und heissen Oberflächen. Rauchen verboten. Nicht in offenes Feuer oder eine andere Zündquelle sprühen. Behälter steht unter Druck: Auch nach Gebrauch nicht gewaltsam öffnen, zerdrücken oder verbrennen. Vor Sonneneinstrahlung schützen. Keinen Temperaturen über 50 °C aussetzen. Anderenfalls steigt die Brand- oder Explosionsgefahr.

5.4.2 LuMon™ Contact Spray

Das LuMon™ Contact Spray wird in Druckluft-Sprühdosen geliefert, mit denen sich das LuMon™ Contact Spray schnell und gleichmässig auf SensorBelt/ LuMon™ Belt Adult, d. h. für Erwachsene und Kinder vorgesehene, grössere Gurte (5.3.1, 5.3.2), auftragen lässt. Beim Auftragen des LuMon™ Contact Spray entsteht Schaum, an dem sich deutlich erkennen lässt, wo das LuMon™ Contact Spray bereits aufgetragen wurde. Das LuMon™ Contact Spray wird als Teil von Paketen aus sechs LuMon™ Contact Spray-Sprühdosen und sechs Massbändern für Erwachsene/Kinder (5.5.1) geliefert.

Abbildung 5-7: LuMon™ Contact Spray-Sprühdose

> ⚠ WARNUNG
> ContactAgent/LuMon™ Contact Spray sind hochentzündliche Aerosole. Halten Sie diese fern von Hitze, Funken, offenem Feuer und heissen Oberflächen. Rauchen verboten. Nicht in offenes Feuer oder eine andere Zündquelle sprühen. Behälter steht unter Druck: Auch nach Gebrauch nicht gewaltsam öffnen, zerdrücken oder verbrennen. Vor Sonneneinstrahlung schützen. Keinen Temperaturen über 50 °C aussetzen. Anderenfalls steigt die Brand- oder Explosionsgefahr.

5.4.3 NeoContactAgent

Der NeoContactAgent wird in Sprühdosen geliefert und ist für die Verwendung mit den (für Neugeborene und Säuglinge vorgesehenen und daher kleineren) LuMon™ Belts (5.3.2) bestimmt. Der NeoContactAgent wird als Teil von Paketen aus sechs NeoContactAgent-Sprühdosen und sechs Massbändern für Neugeborene/Säuglinge (5.5.2) geliefert. Führen Sie vor Verwendung eine Sichtprüfung des NeoContactAgent durch.

Abbildung5-10: Sprühdose mit NeoContactAgent

> ⚠ WARNUNG
> Überprüfen Sie NeoContactAgent vor der Verwendung per Sichtprüfung auf Mikrobenwachstum.

5.5 Massbänder

Mit den Massbändern messen die Bediener die Patienten aus, um die empfohlene Gurtgrösse zu ermitteln, d. h. die Grösse des Gurts, die für den jeweiligen Patienten am besten geeignet ist.

5.5.1 Massbänder – Erwachsene/Kinder

Die Massbänder für Erwachsene/Kinder (Abbildung 5-11) sind im Lieferumfang der ContactAgent-/LuMon™ Contact Spray-Pakete (5.4.1) enthalten. Sie dienen zur Messung des halben Unterbrustumfangs von Erwachsenen und Kindern und geben die empfohlene Grösse des SensorBelts/LuMon™ Belts Adult (5.3.1/**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) an.

Abbildung 5-11: Massband für Erwachsene/Kinder

Um die Auswahl der passenden Grösse zu erleichtern, sind die vordefinierten Grössenstufen des halben Unterbrustumfangs am Massband für Erwachsene/Kinder und auf den Packungen der entsprechenden Gurtgrössen in übereinstimmender Farbe gekennzeichnet. Beispiel: Ein halber Unterbrustumfang von 44 bis 50 cm ist auf dem Massband für Erwachsene/Kinder blau gekennzeichnet, und als empfohlene SensorBelt-

Grösse ist 92 angegeben. Auf den Etiketten der SensorBelt/ LuMon™ Belt Adult in Grösse 92 gibt es einen Bereich mit demselben blauen Farbton.

Für welchen vollen Unterbrustumfang die verschiedenen Gurte vorgesehen sind, steht in Tabelle 13-14.

5.5.2 Massbänder – Neugeborene/Säuglinge

Die Massbänder für Neugeborene/Säuglinge (Abbildung 5-8) sind im Lieferumfang der NeoContactAgent-Pakete (5.4.2) enthalten. Sie dienen zur Messung des vollen Unterbrustumfangs von Neugeborenen und Säuglingen und geben die empfohlene Grösse des LuMon™ Belts (5.3.2) an.

Abbildung 5-8: Massband für Neugeborene/Säuglinge

Um die Auswahl der passenden Grösse zu erleichtern, sind die vordefinierten Grössenstufen des vollen Unterbrustumfangs an den Massbändern für Neugeborene/Säuglinge und auf den Packungen der entsprechenden Gurtgrössen in übereinstimmender Farbe gekennzeichnet. Beispiel: Ein voller Unterbrustumfang von 32,5 bis 37,5 cm ist auf dem Massband für Neugeborene/Säuglinge gelb gekennzeichnet, und als empfohlene Grösse des LuMon™ Belts ist 35 angegeben. Auf den Etiketten der LuMon™ Belts in Grösse 35 gibt es einen Bereich mit demselben gelben Farbton.

Für welchen vollen Unterbrustumfang die verschiedenen Gurte vorgesehen sind, steht in Tabelle 13-14.

6 LuMon™ Monitor – GUI

Der LuMon™ Monitor (5.1) wird über eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) mit Touchscreen bedient. Im Abschnitt 6.1 erhalten Sie einen Überblick über die GUI des LuMon™ Monitors und ihren Aufbau. Eine ausführliche Beschreibung der drei Hauptanzeigen, ScoutView, LuFuView und VentView, finden Sie in den Abschnitten 6.2, 6.3 und 6.4. Die gemeinsamen Elemente und Merkmale der *EIT-Bilder* und -Trends sind in Abschnitt 6.5 zusammengefasst. Abschnitt 6.6 beschreibt die verschiedenen optischen Hinweise wie etwa Statusanzeigen. *Vom Bediener einstellbare Parameter* sind in Abschnitt 0 aufgeführt.

6.1 GUI-Übersicht und Navigation

Die drei Hauptanzeigen des LuMon™ Monitors sind ScoutView (6.2), LuFuView (6.3) und VentView (6.4). Nach dem Einschalten ist zuerst die ScoutView-Anzeige zu sehen. Die Hauptanzeigen sind in Ebenen angeordnet, so dass jede von ihnen immer wenigstens zu einem Teil sichtbar ist: Wenn eine erweitert ist, sind die anderen beiden minimiert oder eingeklappt (Abbildung 6-1). Wenn Sie eine minimierte Anzeige berühren, wird diese erweitert und die zuvor erweiterte Anzeige wird eingeklappt.

Abbildung 6-1: Die drei Hauptanzeigen des LuMon™ Monitors

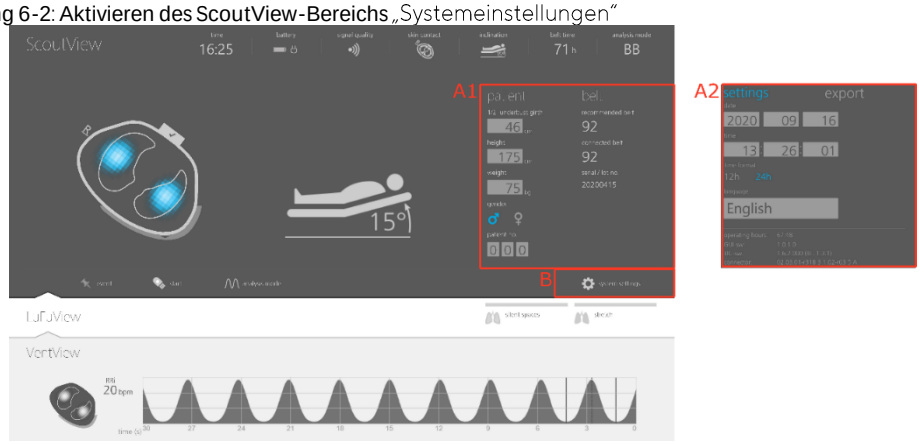
Erweiterte ScoutView-Anzeige (A)	Erweiterte LuFuView-Anzeige (B) (Detailansicht des Bereichs „Silent Spaces“)	Erweiterte VentView-Anzeige (C) (Detailansicht)

a.	Minimierte ScoutView-Anzeige	Enthält eine Statusleiste mit verschiedenen Statusanzeigen (6.6.1).
b.	Minimierte LuFuView-Anzeige	Enthält auf der rechten Seite die Schaltflächen „Silent Spaces“ und „Dehnung“. Durch Berühren der jeweiligen Schaltfläche aktivieren Sie direkt die LuFuView-Bereiche „Dehnung“ (6.3.1, 6.3.2) bzw. „Silent Spaces“ (6.3.3, 6.3.4).
c.	Minimierte VentView-Anzeige	Enthält die *globalen dynamischen Bilder* in einer filmartigen Sequenz (9.4), das *Plethysmogramm* (9.4) und die daraus berechnete *Atemfrequenz* (9.6). Abbildung 6-13 enthält eine Beschreibung der verschiedenen Markierungen, die im *Plethysmogramm* zu sehen sein können.

HINWEIS
Schaltflächen oder Symbole werden farbig dargestellt, wenn die dazugehörigen GUI-Elemente oder -Funktionen aktiv oder ausgewählt sind, grau, wenn sie nicht aktiv oder ausgewählt sind, und hellgrau, wenn sie nicht verfügbar oder auswählbar sind.

Wie in Abbildung 6-2 dargestellt, wird durch Berühren der Schaltfläche „Systemeinstellungen“ in der ScoutView-Anzeige (6.2) der Bereich „Systemeinstellungen“ aktiviert.

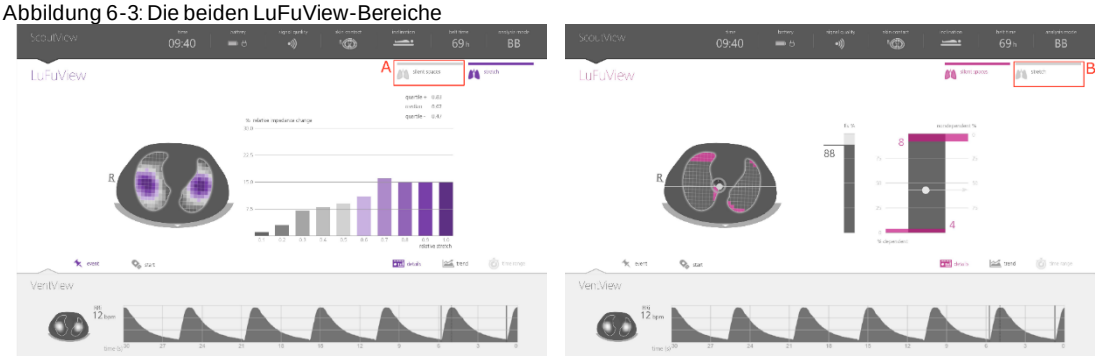
Abbildung 6-2: Aktivieren des ScoutView-Bereichs „Systemeinstellungen“



A. Bereich „Patient“ und „Gurt“ (A1) oder „Systemeinstellungen“ (A2)	Eine Beschreibung dieser Bereiche finden Sie in Abbildung 6-7 und Abbildung 6-8.
B. Schaltfläche „Systemeinstellungen“	Durch Berühren dieser Schaltfläche aktivieren bzw. deaktivieren Sie den Bereich „Systemeinstellungen“.

Wie in Abbildung 6-3 gezeigt, können Sie in der LuFuView-Anzeige durch Berühren der Schaltfläche „Dehnung“ oder der Schaltfläche „Silent Spaces“ zwischen den Bereichen „Dehnung“ (6.3.1, 6.3.2) und „Silent Spaces“ umschalten (6.3.3, 6.3.4).

Abbildung 6-3: Die beiden LuFuView-Bereiche

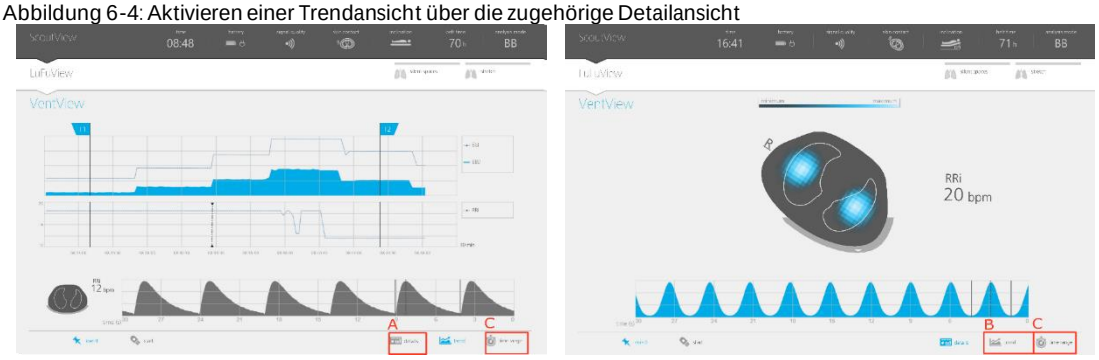


Detailansicht des Bereichs „Dehnung“ | Detailansicht des Bereichs „Silent Spaces“

A. Schaltfläche „Silent Spaces“	Diese Schaltfläche aktiviert den LuFuView-Bereich „Silent Spaces“.
B. Schaltfläche „Dehnung“	Diese Schaltfläche aktiviert den LuFuView-Bereich „Dehnung“.

Wie in Abbildung 6-4 für die VentView-Anzeige dargestellt, wird durch Berühren der Schaltfläche „Trend“ in der Detailansicht des VentView- oder LuFuView-Bereichs „Dehnung“ bzw. „Silent Spaces“ die entsprechende Trendansicht aktiviert (6.3.2, 6.3.4, 6.4.2). Durch Berühren der Schaltfläche „Details“ bei aktiver Trendansicht wird die entsprechende Detailansicht erneut aktiviert.

Abbildung 6-4: Aktivieren einer Trendansicht über die zugehörige Detailansicht



VentView-Trendansicht | VentView-Detailansicht

A. Schaltfläche „Details“	Über diese Schaltfläche aktivieren Sie die zugehörige Detailansicht.
B. Schaltfläche „Trend“	Über diese Schaltfläche aktivieren Sie die zugehörige Trendansicht.
C. Schaltfläche „Zeitbereich“	Zum Umschalten des angezeigten Zeitbereichs für • das *Plethysmogramm*, wenn die VentView-Detailansicht aktiv ist, • Trends, wenn eine Trendansicht aktiv ist.

Die Schaltfläche „Zeitbereich“ (Abbildung 6-4) unten rechts in allen Detail- und Trendansichten ermöglicht Anpassungen des angezeigten Zeitbereichs für:

- das *Plethysmogramm*, wenn die VentView-Detailansicht (6.4.1) aktiv ist. Die Zeitbereiche und den Standard-Zeitbereich beim Einschalten finden Sie in Tabelle 6-8.

- Trends bei aktiver Trendansicht (6.3.2, 6.3.4, 6.4.2). Die Zeitbereiche und den Standard-Zeitbereich beim Einschalten finden Sie in Tabelle 6-8.

Abschnitt 6.5.2 enthält eine Beschreibung der Gemeinsamkeiten von Trends.

Neben den drei Hauptanzeigen, die zumindest in minimierter Form immer sichtbar sind (Abbildung 6-1), sind die in Abbildung 6-5 gekennzeichneten GUI-Elemente bzw. -Funktionen immer sichtbar.

Abbildung 6-5: Dauerhaft sichtbare GUI-Elemente

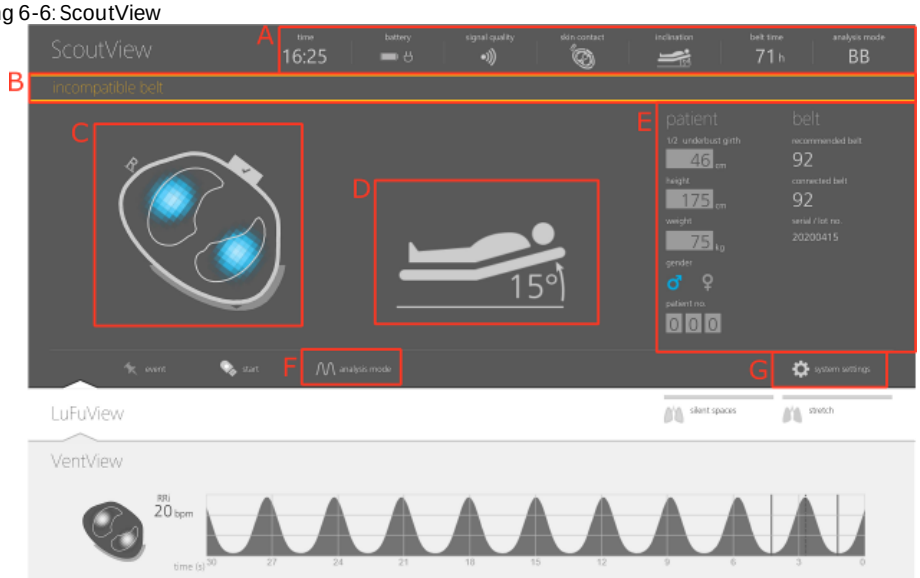
A.	Statusleiste	Abschnitt 6.6.1 enthält eine Beschreibung der Statusanzeigen in der Statusleiste.
B.	Hinweislinie für Statusmeldungen	Wenn eine Statusmeldung (6.6.2) angezeigt wird, wird unterhalb der Statusleiste eine horizontale gelbe Linie angezeigt.
C.	Schaltflächen „Silent Spaces“ und „Dehnung“	Eine Beschreibung dieser Schaltflächen finden Sie in Abbildung 6-3.
D.	Schaltflächen „Ereignis“ und „Aufzeichnen“	Eine Beschreibung dieser Schaltflächen finden Sie in Abschnitt 9.11 und 9.12.1.
E.	*Globales dynamisches Bild* und *Atemfrequenz*	Die Abschnitte 9.4, 9.6 und Abbildung 6-13 enthalten Beschreibungen zu diesem *EIT-Bild* und diesem *Parameter*, die in der VentView-Detailansicht in grösserem Format angezeigt werden (Abbildung 6-13).
F.	*Plethysmogramm*	Eine Beschreibung dieser *Kurve* finden Sie in Abschnitt 9.4 und Abbildung 6-13.

6.2 ScoutView

ScoutView (Abbildung 6-6) ist die Anzeige, die standardmässig beim Einschalten des LuMon™ Monitors angezeigt wird. Die ScoutView-Anzeige enthält Statusanzeigen (6.6.1), Statusmeldungen (6.6.2), Daten über den angeschlossenen Gurt sowie verschiedene weitere optische Hinweise zur Lage des Patienten (9.2), zur Qualität/Plausibilität der Messwerte (9.3) und zum allgemeinen Systemstatus.

In der ScoutView-Anzeige können Sie den *Analysemodus* (9.7) auswählen und die Daten eingeben, die für die Auswahl der patientenspezifischen, aus CT-Bildern abgeleiteten Thorax- und Lungenmodelle erforderlich sind (Abbildung 6-7, 9.1). Von der ScoutView-Anzeige aus können Sie ausserdem auf den Bereich „Systemeinstellungen" zugreifen. Hier können Sie System*parameter* einstellen, Systeminformationen wie die Softwareversion ablesen oder den Export der im internen Speicher des LuMon™ Monitors abgelegten Daten starten (Abbildung 6-8, 9.11).

Abbildung 6-6: ScoutView



A.	Statusleiste	Enthält verschiedene Statusanzeigen (6.6.1). Bleibt auch bei minimierter ScoutView-Anzeige sichtbar.
B.	Feld für Statusmeldungen	In diesem Bereich werden Statusmeldungen angezeigt (6.6.2).
C.	Globales dynamisches Bild	Eine Beschreibung dieses *EIT-Bilds* finden Sie in Abbildung 6-13 und Abschnitt 9.4. In der ScoutView-Anzeige werden zusätzlich zum *globalen dynamischen Bild* auch der Verbindungsstatus des Gurt-Konnektors und des Gurts (6.6.3) sowie – gruppiert in 12 Elektrodensegmente rund um den Thorax – die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut angezeigt (6.6.4).
D.	*Neigung*sanzeige	Gibt die *Neigung* des Patienten an (9.2).
E.	Bereich „Patient" und „Gurt" oder „System-einstellungen"	Eine Beschreibung dieser Bereiche finden Sie in Abbildung 6-7 und Abbildung 6-8.
F.	Schaltfläche „Analysemodus"	Über diese Schaltfläche wählen Sie den Analysemodus (9.7) aus. Auswahlmöglichkeiten und die Standardeinstellung nach dem Einschalten finden Sie in Tabelle 6-8.
G.	Schaltfläche „Systemeinstellungen"	Durch Berühren dieser Schaltfläche aktivieren bzw. deaktivieren Sie den Bereich „Systemeinstellungen".
Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.		

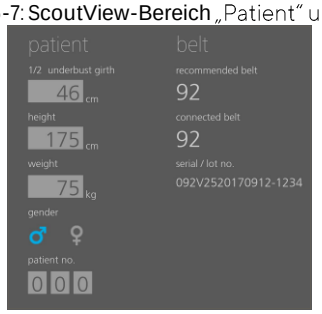
Der ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7):

- ermöglicht die Eingabe des gemessenen halben Unterbrustumfangs sowie von Grösse, Gewicht und Geschlecht des Patienten. Diese Angaben werden vom Monitor zur Auswahl der patientenspezifischen, aus CT-Bildern abgeleiteten Thorax- und Lungenmodelle (9.1) verwendet, die für den jeweiligen Patienten am besten geeignet sind (Bereiche und Standardwerte beim Einschalten siehe Tabelle 6-5).
- ermöglicht die Eingabe des gemessenen vollen Unterbrustumfangs, der Patientendaten und des gemessenen Versatzes für den Gurt. Anhand dieser Angaben ermittelt der Monitor die Position der

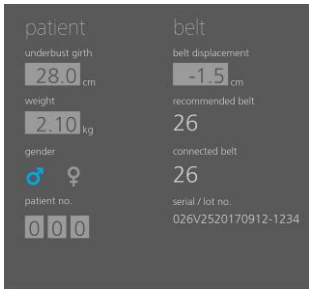
Elektroden auf dem Thorax des Patienten (9.1) so genau wie möglich (Bereiche und Standardwerte beim Einschalten siehe Tabelle 6-6).

- zeigt die empfohlene Gurtgrösse und die Grösse des angeschlossenen Gurts an. Wenn diese nicht mit dem tatsächlich angeschlossenen Gurt übereinstimmt, ist diese Angabe gelb hervorgehoben.
- zeigt die Seriennummer (bei SensorBelts) bzw. die Chargennummer (bei LuMon™ Belts) des angeschlossenen Gurts an.

Abbildung 6-7: ScoutView-Bereich „Patient“ und „Gurt“



Erwachsenen-Modus

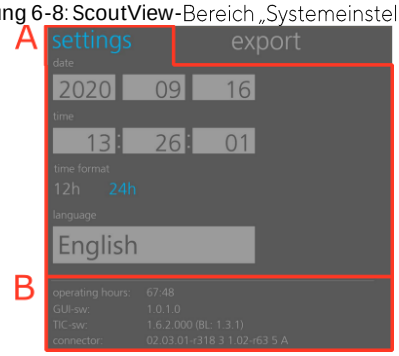


Neugeborenen-Modus

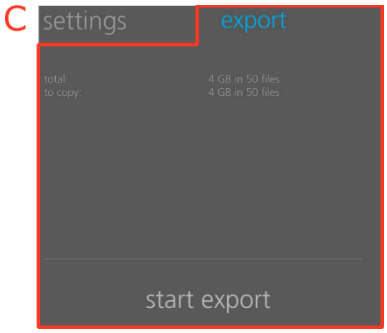
Im Bereich „Systemeinstellungen“ der ScoutView-Anzeige (Abbildung 6-8) gibt es zwei Fenster:

- Im Fenster „Einstellungen“ können Sie verschiedene Systemeinstellungen vornehmen (Tabelle 6-7). Hier werden auch Informationen zum System angezeigt, etwa Software- und Hardwareversionen.
- Über das Fenster „Export“ können Sie die im internen Speicher des LuMon™ Monitors gespeicherten Daten auf ein USB-Speichermedium exportieren, das an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist (9.11).

Abbildung 6-8: ScoutView-Bereich „Systemeinstellungen“



Fenster „Einstellungen“ ist aktiviert



Fenster „Export“ ist aktiviert

A.	Systemeinstellungen	Sie können Datum, Uhrzeit, Zeitformat und Sprache einstellen. Wertebereiche und die Standardwerte beim Einschalten finden Sie in Tabelle 6-7.
B.	Systeminformationen	Folgende Systeminformationen werden angezeigt: • Betriebsstunden des LuMon™ Monitors • Softwareversionen des LuMon™ Monitors (GUI und TIC) • Hardware- und Softwareversionen des Gurt-Konnektors
C.	Export von Daten	Durch Berühren der Schaltfläche „Export starten“ wird der Datenexport auf das an den LuMon™ Monitor angeschlossene USB-Speichermedium gestartet (9.11).

Wählen Sie das Geschlecht über das entsprechende Symbol aus (Abbildung 6-7).

Berühren Sie das hellgraue Feld, um die zugehörigen *vom Bediener einstellbaren Parameter* anzupassen (Abbildung 6-7, Abbildung 6-8). Daraufhin wird ein Zahlenauswahlfenster geöffnet. Legen Sie den Wert fest, indem Sie nach oben oder unten streichen. Tippen Sie auf „OK“, um die Änderung zu speichern und – mit Ausnahme der Sprache – anzuwenden.

> **HINWEIS**
> Geben Sie bei „Gewicht“ das tatsächliche Körpergewicht (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht) in Kilogramm ein.

> **HINWEIS**
> Um eine geänderte Sprache anzuwenden, müssen Sie den LuMon™ Monitor neu starten.

HINWEIS
Die im internen Speicher des LuMon™ Monitors gespeicherten *EIT-Daten* werden beim Ändern von Datum und Uhrzeit gelöscht. Eine Bestätigung dafür wird bei der Änderung nicht angefordert.

6.3 LuFuView

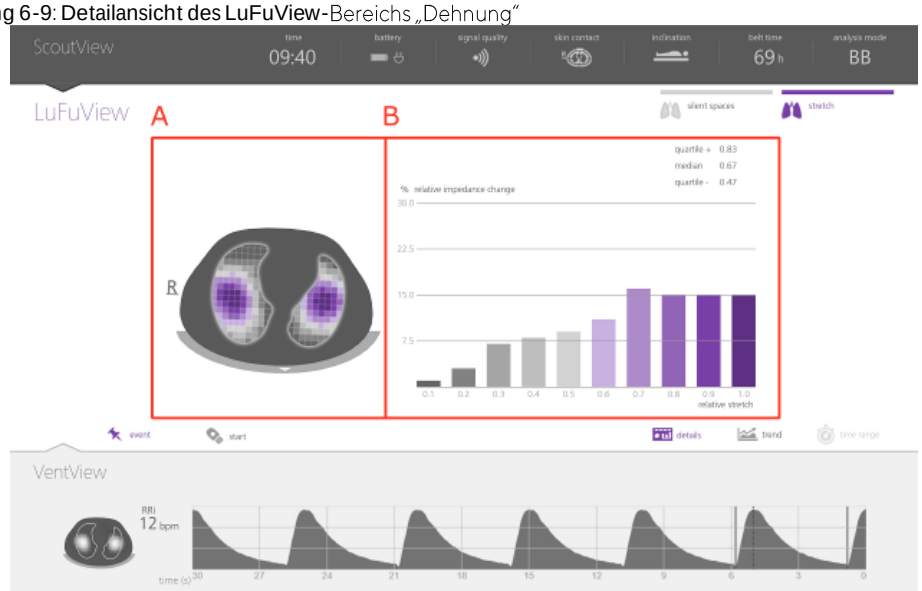
In der LuFuView-Anzeige gibt es die Bereiche „Dehnung“ und „Silent Spaces“, die beide eine Detailansicht und eine Trendansicht haben.

> **HINWEIS**
> Es ist nicht möglich, die LuFuView-Anzeige aus dem *TB-II-Modus* aufzurufen.

6.3.1 Detailansicht des LuFuView-**Bereichs „Dehnung“**

Die Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung“ (Abbildung 6-9) enthält das *Dehnungsbild*, das Histogramm der zugehörigen gewichteten *relativen tidalen Dehnung* und die Quartile der gewichteten *relativen tidalen Dehnung* (9.9).

Abbildung 6-9: Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung“

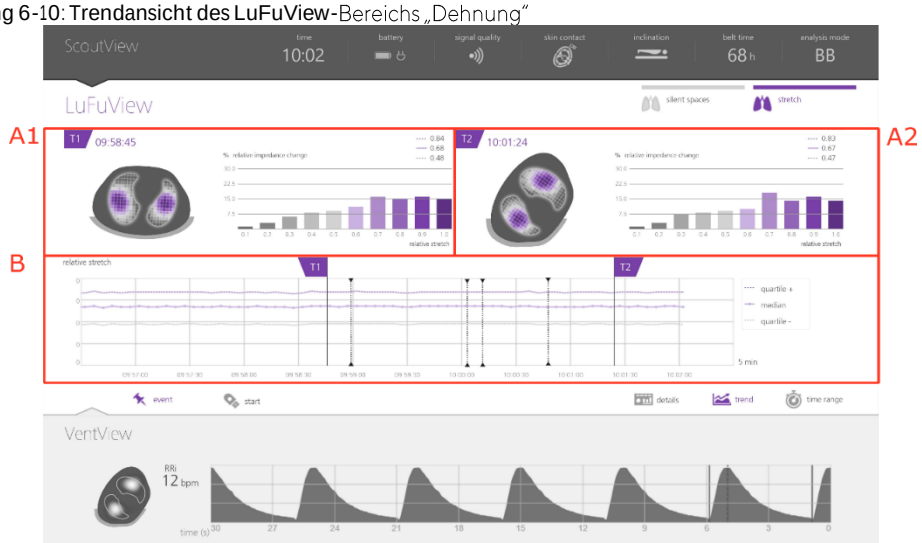


A.	Dehnungsbild	Das Bild zeigt die regionale Verteilung der *relativen tidalen Dehnung* innerhalb der *Lungen-ROI* (9.9). Abschnitt 6.5.1 enthält eine Beschreibung der gemeinsamen Elemente und Merkmale der *EIT-Bilder*.
B.	Histogramm der gewichteten relativen tidalen Dehnung	Ein Histogramm mit zehn Säulen, das die gewichtete *relative tidale Dehnung* für das *Dehnungsbild* angibt (9.9). Das 25-Prozent-Quartil, der Median und das 75-Prozent-Quartil der gewichteten *relativen tidalen Dehnung* sind über dem Diagramm mit den zehn Balken angegeben. Wenn Sie auf einen oder mehrere der Balken tippen, werden die entsprechenden Cluster im Dehnungsbild angezeigt. Um wieder alle Balken auszuwählen, tippen Sie auf den Hintergrund des Diagramms.
In Abbildung 6-3 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Silent Spaces“ und „Dehnung“.		
Abbildung 6-4 enthält eine Beschreibung der Schaltflächen „Details“, „Trend“ und „Zeitbereich“ (hier ist die letzte Schaltfläche hellgrau).		
Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.		

6.3.2 Trendansicht des LuFuView-**Bereichs „Dehnung“**

Die Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung“ (Abbildung 6-10) zeigt die Trends für die Quartile der gewichteten *relativen tidalen Dehnung*, und zwar für Zentrum und Ausdehnung.

Abbildung 6-10: Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung“

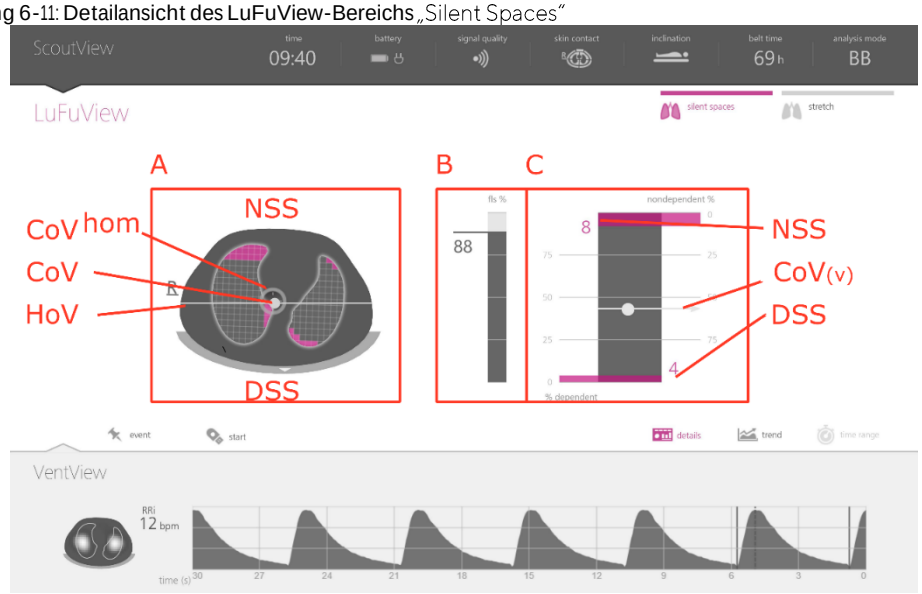


A.	Miniaturversionen der Detailansicht *„Dehnung“* bei den Markierungen T1 (A1) und T2 (A2)	Sie visualisieren zu den Zeitpunkten T1 und T2: - das *Dehnungsbild* (das auch die *Drehung* zu diesem Zeitpunkt angibt) - das Histogramm der gewichteten relativen tidalen Dehnung - die Quartile der gewichteten relativen tidalen Dehnung
B.	Trends der gewichteten Quartile der *relativen tidalen Dehnung*	Die drei Trends stellen das 25-Prozent-Quartil (untere gepunktete Linie), den Median (durchgezogene mittlere Linie) und das 75-Prozent-Quartil (obere gepunktete Linie) der gewichteten *relativen tidalen Dehnung* dar. Die Gemeinsamkeiten der Trends erläutert Abschnitt 6.5.2.
In Abbildung 6-3 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Silent Spaces“ und „Dehnung“.		
In Abbildung 6-4 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Details“, „Trend“ und „Zeitbereich“.		
Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.		

6.3.3 Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces“

Die Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces“ zeigt die *Abbildung der Silent Spaces*, das *Zentrum der homogenen Belüftung*, das *Zentrum der Belüftung* und den *Belüftungshorizont*. Es enthält ausserdem Balken für die *funktionellen Lungenbereiche* und die *Silent Spaces* (9.10).

Abbildung 6-11: Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces“



A.	Abbildung der Silent Spaces	Die magentafarbenen *Lungenpixel* in der *Abbildung der Silent Spaces* zeigen die regionale Verteilung der *Silent Spaces* (d. h. Pixel mit einer *relativen tidalen Dehnung* von maximal 10 %). Die grauen Pixel zeigen die regionale Verteilung der *funktionellen Lungenbereiche* innerhalb der *Lungen-ROI* (9.10). Die folgenden Elemente befinden sich auf der *Abbildung der Silent Spaces*: • ein grauer Ring, der das *Zentrum der homogenen Belüftung* (CoV^{hom}) kennzeichnet • ein heller Kreis, der das *Zentrum der Belüftung* (CoV) kennzeichnet • eine helle horizontale Linie senkrecht zum Schwerkraftvektor durch das CoV, die den *Belüftungshorizont* (HoV) angibt und das Bild in nicht abhängige (oberer Teil) und abhängige (unterer Teil) Bereiche aufteilt. Daher werden auch die Anteile der *Silent Spaces*, die über dem HoV liegen, als *Dependent Silent Spaces* (DSS) bezeichnet und die Anteile unter dem HoV als *Nondependent Silent Spaces* (NSS). Abschnitt 6.5.1 enthält eine Beschreibung der gemeinsamen Elemente und Merkmale der *EIT-Bilder*.
B.	Balken für funktionelle Lungenbereiche	Numerische und schematische Darstellung der *funktionellen Lungenbereiche* (9.10)
C.	Balken für *Silent Spaces*	Numerische und schematische Darstellung von: • *Dependent Silent Spaces* (DSS) (linke Achse, 0 % ist unten) • *Nondependent Silent Spaces* (NSS) (rechte Achse, 0 % ist oben) Schematische Darstellung von: • *Belüftungshorizont* (helle horizontale Linie) • *Zentrum der Belüftung* (CoV) (heller Kreis) mit der vertikalen Komponente CoV(v), die sich an der rechten Achse mit der 0-%-Markierung oben orientiert (erkennbar an dem nach rechts zeigenden Pfeil durch das CoV). Das CoV(h) ist ohne Massangabe dargestellt und orientiert sich an der Breite des Balkens für die *Silent Spaces*, wobei 0 % links ist.

In Abbildung 6-3 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Silent Spaces“ und „Dehnung“.

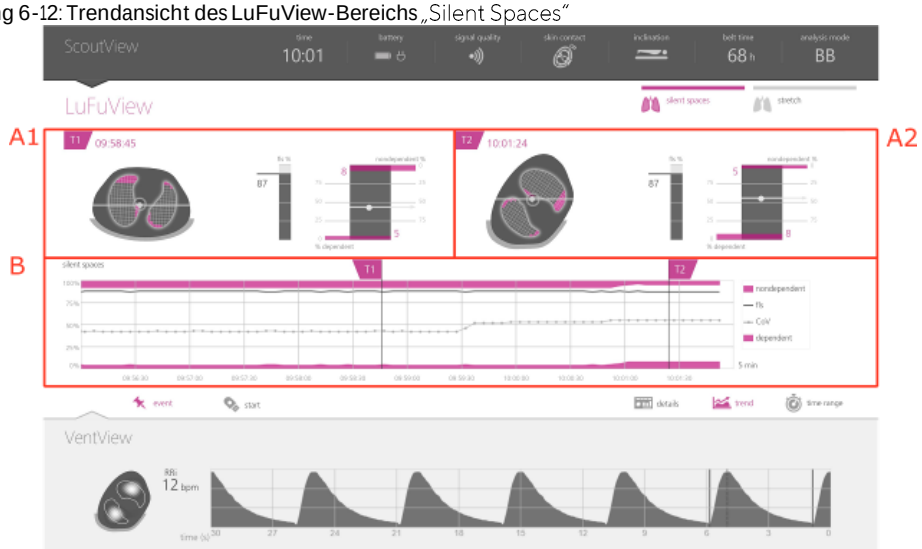
Abbildung 6-4 enthält eine Beschreibung der Schaltflächen „Details“, „Trend“ und „Zeitbereich“ (hier ist die letzte Schaltfläche hellgrau).

Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.

6.3.4 Trendansicht des LuFuView-Bereichs „**Silent Spaces**“

Die Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces“ zeigt die Trends für die *funktionellen Lungenbereiche* (FLS), die *Dependent Silent Spaces* (DSS), die *Nondependent Silent Spaces* (NSS) und die vertikale Komponente des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v)) (9.10).

Abbildung 6-12: Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces“



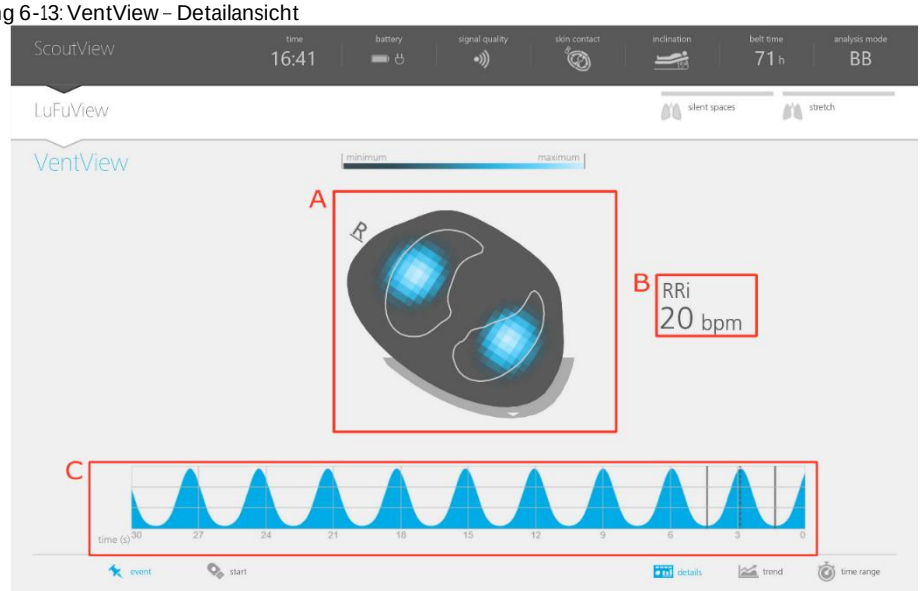
A.	Miniaturversionen der Detailansicht „Silent Spaces“ bei den Markierungen T1 (A1) und T2 (A2)	Sie visualisieren zu den Zeitpunkten T1 und T2: - die Abbildung der Silent Spaces (die auch die *Drehung* zu diesem Zeitpunkt angibt) - den Balken für funktionelle Lungenbereiche - den Balken für Silent Spaces
B.	Trends für FLS, DSS, NSS und CoV(v)	Diese vier Trends zeigen Folgendes: • 0 % ist unten: *funktionelle Lungenbereiche* (FLS) *Dependent Silent Spaces* (DSS) • 0 % ist oben: *Nondependent Silent Spaces* (NSS) vertikaler Anteil des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v)) Die Gemeinsamkeiten der Trends erläutert Abschnitt 6.5.2.
In Abbildung 6-3 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Silent Spaces“ und „Dehnung“.		
In Abbildung 6-4 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Details“, „Trend“ und „Zeitbereich“.		
Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.		

6.4 VentView

6.4.1 VentView – Detailansicht

Die Detailansicht der VentView-Anzeige zeigt das *globale dynamische Bild* (9.4), das *Plethysmogramm* (9.4) und die berechnete *Atemfrequenz* (9.6).

Abbildung 6-13: VentView – Detailansicht



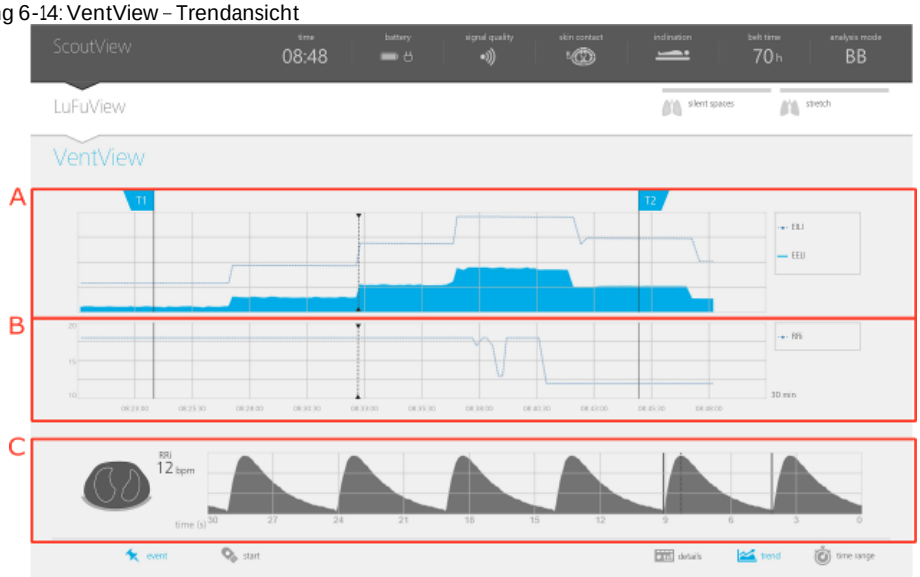
A.	Globales dynamisches Bild	Dieses Bild stellt die regionale Verteilung der Impedanz in der *Thorax-ROI* dar. Es handelt sich um eine Echtzeitdarstellung, bei der die Folge fortlaufend aktualisierter Bilder wie eine Filmsequenz wirkt (9.4). Abschnitt 6.5.1 enthält eine Beschreibung der gemeinsamen Elemente und Merkmale der *EIT-Bilder*.
B.	*Atemfrequenz*	Die auf der Impedanz basierende *Atemfrequenz* (9.6). Wenn das LuMon™ System keinen Atemzug erkennen kann, wird der zuletzt berechnete Wert noch bis zu 40 Sekunden lang angezeigt und danach durch „--“ ersetzt.
C.	*Plethysmogramm*	Die *Lungenimpedanz-Kurve* mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung; sie bewegt sich von rechts nach links, wobei null (0) der aktuelle Zeitpunkt ist, so dass beispielsweise das Signal bei 10 Sekunden die vor 10 Sekunden gemessene *Lungenimpedanz* angibt (9.4). Die durchgezogenen schwarzen senkrechten Linien geben Anfang und Ende des zuletzt abgeschlossenen *Analyseintervalls* an, also im *BB-Modus* des letzten erkannten Atemzugs und in den *zeitbezogenen Modi* ein 15-Sekunden-Intervall. Die gestrichelten schwarzen senkrechten Linien geben die Zeitpunkte des Inspirationsendes und des Exspirationsendes innerhalb des letzten abgeschlossenen *Analyseintervalls* (9.7) an. Die gepunkteten schwarzen senkrechten Linien mit einem Dreieck an jedem Ende geben – soweit vorhanden – Bedienerereignisse an (9.11). Durch Berühren der *Kurve* wechseln Sie zwischen einer ausgefüllten *Kurve* zu einer Liniendarstellung und umgekehrt.
In Abbildung 6-4 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Details“, „Trend“ und „Zeitbereich“.		
Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.		

6.4.2 VentView – Trendansicht

In der Trendansicht der VentView-Anzeige werden folgende Trends dargestellt:

- im *BB-Modus* und im *TB-I-Modus* die *endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI) (9.8), die *endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI) (9.8) und die *Atemfrequenz* (RRi) (9.6)
- im *TB-II-Modus* die *Belüftung* (9.8) und die RRi (9.6)

Abbildung 6-14: VentView – Trendansicht



A. Im *BB-Modus* und im *TB-I-Modus* die Trends für EELI und EILI bzw. im *TB-II-Modus* die *Belüftung*	In den Modi *BB* und *TB-I* stellt die obere Linie den EILI-Trend dar, der untere eingefärbte Bereich den EELI-Trend. Im *TB-II-Modus* stellt die Linie den Trend der *Belüftung* dar.
B. RRi-Trend	Trend der *Atemfrequenz*
C. VentView-Echtzeitdaten	Dies sind dieselben Informationen wie in der minimierten VentView-Anzeige (Abbildung 6-1), also die *globalen dynamischen Bilder*, die *Atemfrequenz* (RRi) und das *Plethysmogramm*.
Die Skaleneinteilung der vertikalen Achse der oben erwähnten Trenddiagramme wird zwischen den Markierungen T1 und T2 automatisch festgelegt. Die Gemeinsamkeiten der Trends erläutert Abschnitt 6.5.2.	
In Abbildung 6-4 finden Sie Beschreibungen der Schaltflächen „Details", „Trend" und „Zeitbereich".	
Eine Beschreibung der GUI-Elemente in allen diesen Anzeigen finden Sie in Abbildung 6-5.	

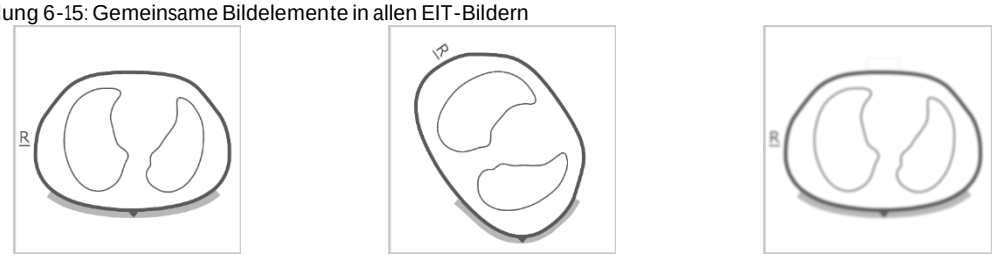
6.5 Gemeinsamkeiten der EIT-Bilder und -Trends

6.5.1 Gemeinsame Bildelemente und Merkmale der EIT-Bilder

Wie in Abbildung 6-15 gezeigt, haben alle *EIT-Bilder* des LuMon™ Monitors folgende Elemente und Merkmale gemeinsam:

- Visualisierung der *Thorax-* und *Lungenkonturen* für die patientenspezifischen, aus CT-Bildern abgeleiteten Thorax- und Lungenmodelle (9.1). Definitionsgemäss geben bei den patientenspezifischen Modellen die in der *Thorax-ROI* gelegenen Bildpixel mit hoher Wahrscheinlichkeit die im Thorax des Patienten gelegenen Bereiche an und die in der *Lungen-ROI* gelegenen Pixel die Bereiche innerhalb der Lunge.
- Der Buchstabe „R" neben der *Thoraxkontur* kennzeichnet die rechte Seite des Patienten.
- Um die *Drehung* (9.2) anzugeben, drehen sich die *EIT-Bilder* mit dem Patienten.
- Die dicke graue Linie unterhalb der *Thoraxkontur* ist eine schematische Darstellung des Betts, unabhängig von der *Drehung*.
- Das schwarze Dreieck gibt die Richtung der Schwerkraft an.

Abbildung 6-15: Gemeinsame Bildelemente in allen EIT-Bildern



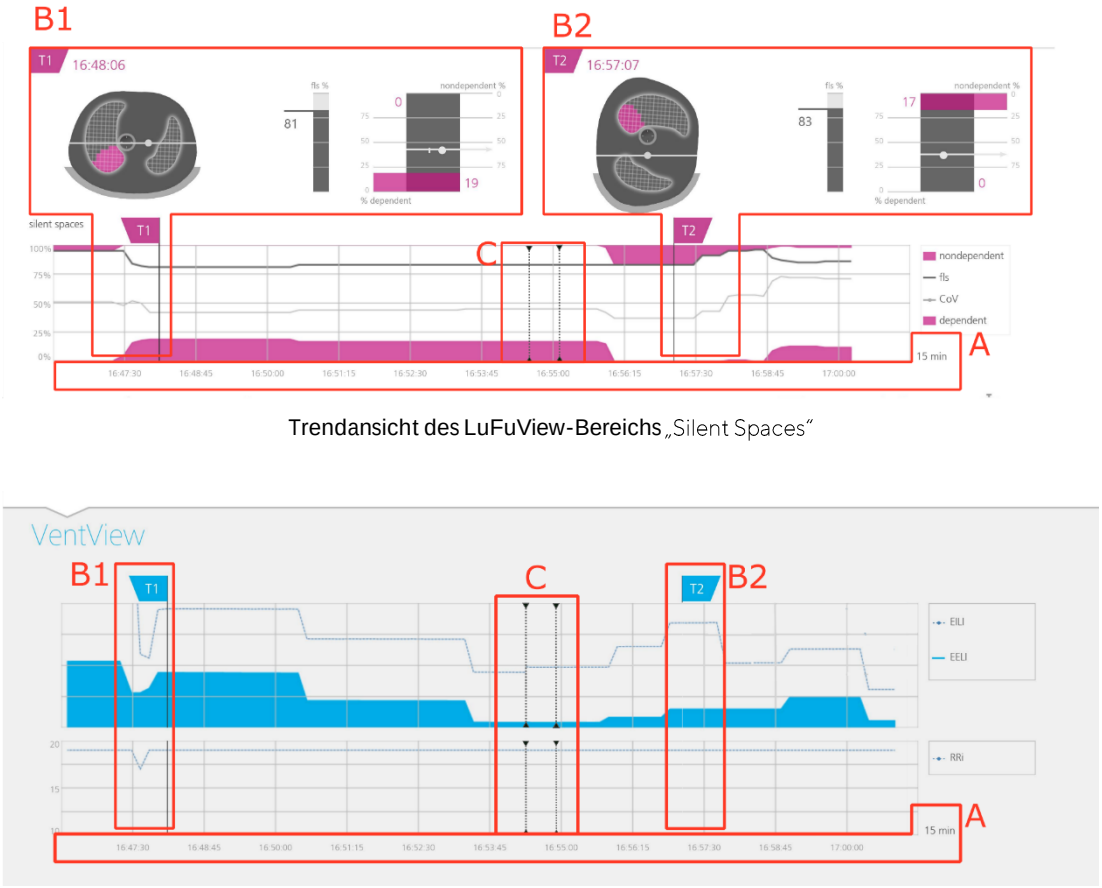
Monitoring möglich Patient in Rückenlage	Monitoring möglich Patient in linker Seitenlage	Monitoring nicht möglich Patient in Rückenlage

Wenn kein Monitoring möglich ist (z. B. weil der Kontakt zwischen Gurt und Haut unzureichend ist oder weil gerade eine Systemkalibrierung läuft (6.6.4), wenn weder ein Gurt-Konnektor noch ein Gurt angeschlossen ist (6.6.3) oder bei verschiedenen Systemfehlern und Störungszuständen (6.6.2)), werden alle gemeinsamen *EIT-Bild*elemente verschwommen dargestellt (manchmal auch ohne *Lungenkonturen*).

6.5.2 Gemeinsamkeiten bei Trends

Wie in Abbildung 6-16 dargestellt, haben die Trendansichten von LuFuView und VentView (6.3.2, 6.3.4, 6.4.2) folgende Gemeinsamkeiten:

Abbildung 6-16: Gemeinsamkeiten bei Trends



Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces“

VentView-Trendansicht

A. Die Trendwerte bewegen sich von rechts nach links, wobei der aktuelle Zeitpunkt am rechten Rand ist, so dass beispielsweise die Kurve bei 5 Minuten die vor 5 Minuten gemessenen Werte zeigt. Der angezeigte Zeitbereich ist rechts unten in der Trendansicht angegeben.

B. Wird die Markierung T1 (B1) oder (B2) T2 in einer Trendansicht verschoben, dann werden die entsprechenden Markierungen in den anderen Trendansichten gleichzeitig ebenfalls verschoben.

C. Die gepunkteten schwarzen senkrechten Linien mit einem Dreieck an jedem Ende geben – soweit vorhanden – Bedienerereignisse an (9.11).

HINWEIS

Wenn ein Monitoring möglich ist und der Trend-Zeitbereich im Neugeborenen-Modus 5 Minuten und im Erwachsenen-Modus 5 oder 15 Minuten beträgt, wird ein neuer Punkt eingezeichnet:

- für die *Atemfrequenz* einmal pro berechnetem Wert
- für alle anderen *Indizes* im *BB-Modus* einmal pro erkanntem Atemzug und in den *zeitbezogenen Analysemodi* einmal alle 15 Sekunden (9.7).

Bei grösseren Zeitbereichen werden mehrere Trend-Datenpunkte mit einem Median-Filter zu einem einzigen Trendpunkt zusammengefasst (im Erwachsenen-Modus: 3 bei Zeitbereichen von 30 Min. und 1 Std., 9 bei 6 Std., 27 bei 24 Std.; im Neugeborenen-Modus 3 bei Zeitbereichen von 15 Min., 9 bei 30 Min., 27 bei 1 Std., 81 bei 6 Std., 243 bei 24 Std.).

Wenn während des gewählten Trend-Zeitabschnitts kein Monitoring möglich war (6.6.2, 6.6.3, 6.6.4), wird der entsprechende Trend mit Leerflächen dargestellt.

6.6 Anzeigen

6.6.1 Statusanzeigen

Die Statusleiste ist der Teil der ScoutView-Anzeige, die auch bei minimierter ScoutView-Anzeige sichtbar bleibt. Tabelle 6-1 erläutert die Statusanzeigen in der Reihenfolge, wie sie von links nach rechts angezeigt werden.

Tabelle 6-1: Statusanzeigen

Symbol	Beschreibung/mögliche Zustände					
Aktuelle Uhrzeit	Gibt die im Monitor eingestellte aktuelle Uhrzeit (12- oder 24-Stunden-Format) an.					
Netzstrom/ Batterie	Gibt an, ob der Monitor an das Stromnetz angeschlossen ist und ob die Batterie gerade geladen wird oder sich entlädt.					
	Batterie entlädt sich (7.2.2)	91–100 %	61–90 %	31–60 %	0–30 %	
	Monitor an Stromnetz angeschlossen, Batterie wird geladen (7.2.1)	Voll aufgeladen	91–100 %	51–90 %	0–50 %	
	Unbekannter Batteriestatus					
Signalqualität	Gibt den *Signalqualität-Index* (9.3) an, der unter anderem von der Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut abhängt.					
					pulsierende Striche	
	Stark	Ausreichend	Schwach	Unzu-reichend	Statusmeldung „Kalibrierung“	Statusmeldung „Fehler 0001“
Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung	Dieses „Mehrzweck“-Symbol gibt Auskunft über drei Statusangaben:					
	Status der Gurt-Verbin-dung (6.6.3)	Gurt an LuMon™ Monitor angeschlossen		Gurt-Konnektor oder Gurt nicht an LuMon™ Monitor angeschlossen		
	Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut – aufgeteilt in Quadranten (6.6.4, 9.3)	Quadranten ohne oder mit der einzigen *fehlerhaften Elektrode* im Gurt werden grau angezeigt.	Quadranten mit einer *fehlerhaften Elektrode* sind gelb dargestellt, wenn im Gurt mindestens zwei	Quadranten mit mindestens zwei *fehlerhaften Elektroden* sind rot dargestellt.		

Symbol	Beschreibung/mögliche Zustände						
				fehlerhafte Elektroden vorhanden sind.			
	Drehung – „R" kennzeichnet die rechte Seite des Patienten.						
Neigung	Gibt die *Neigung* des Patienten an.						
	−90° bis −11° Trendelen-burg	−11° bis 10° Rückenlage	10° bis 23° Rückenlage, leicht geneigt	23° bis 38° Rückenlage, geneigt	38° bis 68° Rückenlage, stark geneigt	68° bis 123° Aufrecht sitzend oder stehend	123° bis 270° Bauchlage
Gurtzeit	Gibt die verbleibende Nutzungszeit für die Verwendung des Gurts an.						
	Gurtzeit noch nicht abgelaufen, in diesem Beispiel kann der Gurt weitere 71 Stunden verwendet werden.			*Gurtzeit* abgelaufen, in diesem Beispiel seit 36 Stunden		Keine Gurtdaten verfügbar, beispielsweise wenn kein Gurt angeschlossen ist	
Analysemodus	Gibt den aktuell ausgewählten Analysemodus an (9.7).						
	BB-Modus			*TB-I-Modus*		*TB-II-Modus*	

6.6.2 Statusmeldungen

In der ScoutView-Anzeige (6.2) werden die Statusmeldungen in gelber Farbe zwischen zwei waagerechten gelben Linien direkt unterhalb der Statusleiste angezeigt.

> **HINWEIS**
> Statusmeldungen sind nur bei erweiterter ScoutView-Anzeige sichtbar. Bei minimierter ScoutView-Anzeige ist nur die obere der beiden gelben Linien sichtbar, die auf Statusmeldungen hinweist (Abbildung 6-5).

Es wird jeweils nur eine Statusmeldung angezeigt. Falls zwei oder mehr Störungszustände gleichzeitig die Anzeige einer Statusmeldung erfordern, zeigt der LuMon™ Monitor die Statusmeldung für die zuletzt aufgetretene Störung an. Wenn keine Meldung angezeigt wird, ist das Feld leer und die beiden gelben Linien sind nicht zu sehen.

Tabelle 6-2 führt alle Statusmeldungen alphabetisch sortiert auf und enthält zu jeder Statusmeldung eine kurze Beschreibung.

Tabelle 6-2: Statusmeldungen

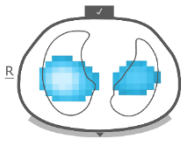
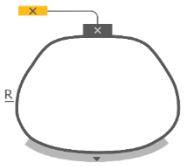
Statusmeldung	Beschreibung
Fehler 0001	Wird angezeigt, falls das LuMon™ System starke Störungen festgestellt hat, die höchstwahrscheinlich von einem anderen Gerät ausgehen und die Messungen des LuMon™ Systems beeinträchtigen. Es kann auch sein, dass der Gurt oder der Gurt-Konnektor defekt ist. Das Monitoring ist nicht möglich. Die gemeinsamen Bildelemente in allen *EIT-Bildern* (Abbildung 6-15) werden verschwommen dargestellt, und alle Striche des Symbols „Signalqualität" sowie alle Quadranten des Symbols „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung" werden rot dargestellt. Falls andere Geräte starke Störungen verursachen, schalten Sie die anderen Geräte (nach Möglichkeit) aus. Prüfen Sie ausserdem, ob die Verwendung eines anderen Gurts und/oder Gurt-Konnektors das Problem behebt. Wenn das Problem dadurch nicht gelöst wird, wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker, Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.

Statusmeldung	Beschreibung
Fehler 0002	Wird angezeigt, wenn das LuMon™ System einen Fehler in einer internen Komponente (TIC-Modul) festgestellt hat. Das Monitoring ist nicht möglich. Es werden keine *EIT-Bilder* angezeigt (auch nicht die gemeinsamen Elemente aller *EIT-Bilder* (Abbildung 6-15)). Das LuMon™ System zeigt die Meldung an und verhält sich genau so, als ob kein Gurt-Konnektor an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist (6.6.3). Starten Sie den LuMon™ Monitor neu. Wenn das Problem dadurch nicht gelöst wird, wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker, Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.
Gurt anschliessen	Wird angezeigt, wenn kein Gurt an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist oder wenn der angeschlossene Gurt defekt ist (6.6.3). Das Monitoring ist nicht möglich. Schliessen Sie einen Gurt bzw. einen anderen Gurt an.
Gurtfehler	Wird angezeigt, wenn das LuMon™ System einen Gurtfehler festgestellt hat. Das Monitoring ist nicht möglich. Das LuMon™ System zeigt die Meldung an und verhält sich genau so, als ob zwar ein Gurt-Konnektor an den LuMon™ Monitor, aber kein Gurt an den Gurt-Konnektor angeschlossen ist (6.6.3). Verwenden Sie einen anderen Gurt.
Inkompatibler Gurt	Wird angezeigt, wenn der angeschlossene Gurt nicht mit der Konfiguration des LuMon™ Monitors kompatibel ist (5.1). Verwenden Sie das LuMon™ System nicht, wenn diese Meldung angezeigt wird. Verwenden Sie einen Gurt, der mit der Konfiguration des LuMon™ Monitors kompatibel ist.
Inkompatibler Konnektor	Wird angezeigt, wenn der angeschlossene Gurt-Konnektor nicht mit der Konfiguration des LuMon™ Monitors kompatibel ist (5.1). Verwenden Sie das LuMon™ System nicht, wenn diese Meldung angezeigt wird. Verwenden Sie einen Gurt-Konnektor, der mit der Konfiguration des LuMon™ Monitors kompatibel ist.
Kalibrierung...	Wird angezeigt, wenn das LuMon™ System eine Kalibrierung durchführt (6.6.4). In der Regel ist die Kalibrierung nach wenigen Sekunden abgeschlossen. Das Monitoring ist nicht möglich (kurze Unterbrechung). Wenn die Kalibrierung nach ca. 10 Sekunden nicht abgeschlossen ist, lesen Sie in Abschnitt 8.4 nach, wie Sie die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den Thorax verbessern können.
Konnektor anschliessen	Wird angezeigt, wenn kein Gurt-Konnektor an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist oder wenn der angeschlossene Gurt-Konnektor defekt ist (6.6.3). Das Monitoring ist nicht möglich. Schliessen Sie einen Gurt-Konnektor bzw. einen anderen Gurt-Konnektor an.
Konnektorfehler	Wird angezeigt, wenn das LuMon™ System einen Fehler bei einem Gurt-Konnektor festgestellt hat. Das Monitoring ist nicht möglich. Das LuMon™ System zeigt die Meldung an und verhält sich genau so, als wenn kein Gurt-Konnektor an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist (6.6.3). Verwenden Sie einen anderen Gurt-Konnektor.
Monitorfehler, kontaktieren Sie den Technischen Dienst	Wird angezeigt, wenn das LuMon™ System einen Monitorfehler festgestellt hat. Das Monitoring ist nicht möglich. Das LuMon™ System zeigt die Meldung an und verhält sich genau so, als wenn kein Gurt-Konnektor an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist (6.6.3). Wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker, Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.
Unzureichender Hautkontakt	Wird angezeigt, wenn mehr *fehlerhafte Elektroden* vorhanden sind, als das LuMon™ System kompensieren kann (6.6.4). Das Monitoring ist nicht möglich (wird unterbrochen, solange es zu viele *fehlerhafte Elektroden* gibt). Lesen Sie in Abschnitt 8.4 nach, wie Sie die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den Thorax verbessern können.

6.6.3 Anzeige des Verbindungsstatus von Gurt-Konnektor und Gurt

In der ScoutView-Anzeige (Abbildung 6-6) wird der Verbindungsstatus des Gurt-Konnektors und des Gurts (Tabelle 6-3) zusammen mit dem *globalen dynamischen Bild* angezeigt.

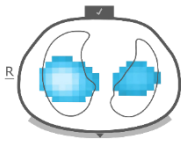
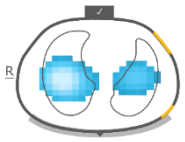
Tabelle 6-3: Verbindungsstatus von Gurt-Konnektor und Gurt

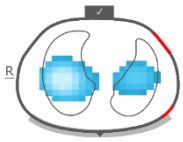
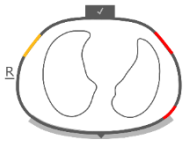
Anzeige	Status	Beschreibung der Darstellung in der ScoutView-Anzeige
	Gurt-Konnektor an LuMon™ Monitor angeschlossen Gurt an Gurt-Konnektor angeschlossen Monitoring möglich (falls der Gurt ordnungsgemäss angelegt ist und kein Fehler vorliegt (6.6.2)); Signalqualität schwach, ausreichend oder stark	Auf dem Symbol für die Gurt-Verbindung auf der ventralen Thoraxseite ist ein Häkchen auf grauem Hintergrund zu sehen.
	Gurt-Konnektor an LuMon™ Monitor angeschlossen Gurt nicht an Gurt-Konnektor angeschlossen Monitoring nicht möglich; Signalqualität unzureichend	Auf dem Symbol für die Gurt-Verbindung auf der ventralen Thoraxseite ist ein „x" auf gelbem Hintergrund zu sehen. Die Statusmeldung „Gurt anschliessen" (6.6.2) wird angezeigt und die gemeinsamen Bildelemente in allen *EIT-Bildern* (6.5.1) werden verschwommen dargestellt.
	Gurt-Konnektor nicht an LuMon™ Monitor angeschlossen Verbindungsstatus des Gurts unbekannt Monitoring nicht möglich; Signalqualität unzureichend	Auf dem Symbol für den Gurt-Konnektor ist ein „x" auf gelbem Hintergrund zu sehen. Auf dem Symbol für die Gurt-Verbindung auf der ventralen Thoraxseite ist ein „x" auf grauem Hintergrund zu sehen. Die Statusmeldung „Konnektor anschliessen" (6.6.2) wird angezeigt und die gemeinsamen Bildelemente in allen *EIT-Bildern* (6.5.1) werden verschwommen dargestellt, wobei die *Lungenkonturen* nicht angezeigt werden. Das Symbol „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung" zeigt alle Quadranten in Rot an.

6.6.4 Angabe der Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut

Um die Gesamtqualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den gesamten Thorax darzustellen (9.3), sind die 32 Elektroden in der ScoutView-Anzeige in 12 Segmente unterteilt, die im *globalen dynamischen Bild* entlang der *Thoraxkontur* angeordnet sind (pro Quadrant zwei Segmente mit je drei Elektroden und ein Segment mit zwei Elektroden). Segmente, in denen alle Elektroden einen ausreichenden Hautkontakt haben, werden grau dargestellt, Segmente mit mindestens einer Elektrode mit schlechtem Hautkontakt gelb und Segmente mit mindestens einer *fehlerhaften Elektrode* (d. h. mit unzureichendem Hautkontakt) rot. Die Anzeige der Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut wird in Echtzeit aktualisiert. Tabelle 6-4 erläutert, wie die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den Thorax in der ScoutView-Anzeige dargestellt wird.

Tabelle 6-4: Darstellung der Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut entlang der Thoraxkontur

Anzeige	Status	Beschreibung der Darstellung in der ScoutView-Anzeige
	Alle Elektroden mit ausreichendem Hautkontakt Monitoring möglich; Signalqualität stark	Alle 12 Elektrodensegmente in der *Thoraxkontur* werden grau dargestellt.
	Elektroden mit schlechtem Hautkontakt Monitoring möglich; Signalqualität stark	Elektrodensegmente entlang der *Thoraxkontur*, bei denen mindestens eine Elektrode schlechten Hautkontakt hat, werden gelb markiert.

Anzeige	Status	Beschreibung der Darstellung in der ScoutView-Anzeige
	Bis zu 6 kompensierte *fehlerhafte Elektroden* Monitoring möglich; Signalqualität schwach oder ausreichend	Elektrodensegmente entlang der *Thoraxkontur*, die mindestens eine *fehlerhafte Elektrode* enthalten, werden rot markiert.
	Nach einer erheblichen Änderung der Qualität des Gurt-Haut-Kontakts, nach einer Änderung der Anzahl der *fehlerhaften Elektroden* oder nachdem eine Änderung der Patientendaten die Auswahl eines anderen Thorax- und Lungenmodells notwendig gemacht hat, führt das System eine Kalibrierung durch. Monitoring nicht möglich (kurz unterbrochen); Signalqualität unzureichend	Elektrodensegmente entlang der *Thoraxkontur*, die mindestens eine *fehlerhafte Elektrode* enthalten, werden rot markiert. In diesem Fall wird die Statusmeldung „Kalibrierung…" (6.6.2) angezeigt und die gemeinsamen Bildelemente in allen *EIT-Bildern* (6.5.1) werden verschwommen dargestellt.
	Zu viele *fehlerhafte Elektroden* Monitoring nicht möglich (unterbrochen); Signalqualität unzureichend	Alle 12 Elektrodensegmente in der *Thoraxkontur* werden rot markiert. Die Statusmeldung „Unzureichender Hautkontakt" (6.6.2) wird angezeigt und die gemeinsamen Bildelemente in allen *EIT-Bildern* (6.5.1) werden verschwommen dargestellt.

> **HINWEIS**
> Das Symbol „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung" (6.6.1) zeigt die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut auf ähnliche Weise an, nämlich in vier Quadranten mit je acht Elektroden.

6.6.5 Anzeige von wichtigen Informationen für die Bediener

Informationen, die die Bediener zur Kenntnis nehmen oder auf die sie reagieren müssen, werden gelb angezeigt. Dazu gehören:

- die Statusmeldungen (6.6.2)
- die Hinweislinie für Statusmeldungen (Abbildung 6-5)
- die Angabe der *Gurtzeit* im Symbol „Gurtzeit", falls die *Gurtzeit* abgelaufen ist (Tabelle 6-1)
- im *globalen dynamischen Bild* der ScoutView-Anzeige die Elektrodensegmente entlang der *Thoraxkontur*, in denen mindestens eine Elektrode einen schlechten Hautkontakt hat (Tabelle 6-4)

> **HINWEIS**
> Elektrodensegmente (Tabelle 6-4) mit mindestens einer fehlerhaften Elektrode und Quadranten des Symbols „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung" (Tabelle 6-1) mit mindestens zwei fehlerhaften Elektroden werden rot markiert.
>
> Die Anzeige für „Netzstrom/Batterie" (Tabelle 6-1) wird rot dargestellt, wenn die ungefähre verbleibende Batteriekapazität unter 30 % liegt (7.2.2).
>
> Das Symbol „Signalqualität" (Tabelle 6-1) wird rot dargestellt, wenn der „Fehler 0001" aufgetreten ist (6.6.2).

> **HINWEIS**
> Der LuMon™ Monitor hat kein Alarmsystem.

6.7 Vom Bediener einstellbare Parameter

6.7.1 Vom Bediener einstellbare Patientenparameter

Tabelle 6-5: Vom Bediener einstellbare Patientenparameter – Konfiguration für Erwachsene/Kinder. Siehe Abbildung 6-7.

Parameter	Bereich	Standardeinstellung nach dem Einschalten
½ Unterbrustumfang (cm)	39 – 65	46
Grösse (cm)	140–210, test	175
Gewicht (kg)	40–200, test	75
Geschlecht	Weiblich/Männlich	Männlich
Patientennr.	0–999	0

Tabelle 6-6: Vom Bediener einstellbare Patientenparameter – Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge. Siehe Abbildung 6-7.

Parameter	Bereich	Standardeinstellung nach dem Einschalten
Unterbrustumfang (cm)	16,5 – 50	28
Gewicht (kg)	0,5–13, test	2,1
Geschlecht	Weiblich/Männlich	Männlich
Versatz des Gurts (cm)	-9 – +3	ca. 1,5 cm, je nach der Differenz zwischen Gurtgrösse und eingegebenem Unterbrustumfang
Patientennr.	0–999	0

HINWEIS

Bei der Monitor-Konfiguration für Erwachsene/Kinder wird der halbe Unterbrustumfang (die Strecke zwischen Wirbelsäule und Brustbein) gemessen und eingegeben; bei der Monitor-Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge wird der volle Unterbrustumfang gemessen und eingegeben.

HINWEIS

Wenn Sie bei Grösse oder Gewicht des Patienten „test" eingeben, wird eine runde *Lungenkontur* ausgewählt, die nur zur Fehlerbehebung und nicht während des Monitorings verwendet werden soll. Geben Sie das tatsächliche Körpergewicht in Kilogramm ein (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht).

6.7.2 Vom Bediener einstellbare Systemparameter

Tabelle 6-7: Vom Bediener einstellbare Systemparameter. Siehe Abbildung 6-8.

Parameter	Bereich	Standardeinstellung nach dem Einschalten
Zeit (hh:mm:ss)	-	Letzte Einstellung
Datum (JJ-MM-TT)	-	Letzte Einstellung
Zeitformat	12 h/24 h	Letzte Einstellung, Werkseinstellung ist das 24-h-Format
Sprache	Dansk, Deutsch, English, español, français, italiano, nederlands, norsk, português, svenska, suomi, türkçe, japanese	Letzte Einstellung, Werkseinstellung ist „English"

> **HINWEIS**
> Die im internen Speicher des LuMon™ Monitors gespeicherten *EIT-Daten* werden beim Ändern von Datum und Uhrzeit gelöscht. Eine Bestätigung dafür wird bei der Änderung nicht angefordert.

6.7.3 Vom Bediener einstellbare Messparameter

Tabelle 6-8: Vom Bediener einstellbare Messparameter. Siehe Abbildung 6-4 und Abbildung 6-6.

Parameter	Bereich	Standardeinstellung nach dem Einschalten
Analysemodus	BB/TB-I/TB-II	BB
Zeitbereich für Trends	5/15/30 Min. 1/6/24 h Wann neue Trend-Datenpunkte eingezeichnet werden, zeigt Abbildung 6-4.	5 Min.
Zeitbereich für Plethysmogramm	10/30/60/300 s	30 s

7 Installation und Test vor Inbetriebnahme

Der LuMon™ Monitor (5.1) ist ein tragbarer, eigenständiger EIT-Monitor zur Verwendung am Patientenbett. Optional kann er auch am Rollständer von Sentec für den LuMon™ Monitor (14.1) und an den meisten VESA-Montagehalterungen für 75 x 75 befestigt werden, die für eine Traglast von mindestens 4 kg ausgelegt sind. Verwenden Sie das VESA-Schraubenset von Sentec für die LuMon™ Serie (14.1) und gehen Sie vor, wie in der Gebrauchsanleitung für die gewählte Befestigungsoption beschrieben.

Abschnitt 7.1 enthält Informationen zur Verwendung der Potentialausgleichsklemme des LuMon™ Monitors. Abschnitt 7.2 erläutert, wie Sie den LuMon™ Monitor an das Stromnetz anschliessen, und enthält wichtige Informationen für den Betrieb über das Stromnetz bzw. die interne Batterie. Wie Sie den LuMon™ Monitor einschalten und wie Sie Systemeinstellungen prüfen und ändern, erfahren Sie in Abschnitt 7.3. Abschnitt 7.4 erklärt einen einfachen Test vor Inbetriebnahme, der als letzter Installationsschritt durchgeführt werden sollte sowie danach jedes Mal, bevor das Monitoring (7.5) für einen neuen Patienten beginnt.

7.1 Verwendung der Potentialausgleichsklemme

An der Rückseite des LuMon™ Monitors befindet sich eine Potentialausgleichsklemme (Abbildung 5-2). Falls von der Einrichtung oder gesetzlichen Vorschriften gefordert, schliessen Sie die Potentialausgleichsklemme des LuMon™ Monitors an das Erdungssystem an. Das kann beispielsweise in Räumen erforderlich sein, deren Elektroinstallation für kardiologische Behandlungen speziell geschützt sein muss. Ausführliche Informationen zur Verwendung von Potentialausgleichsklemmen finden Sie in IEC 60601-1 oder anderen nationalen oder internationalen Normen.

7.2 Stromversorgung

Der LuMon™ Monitor kann über das Stromnetz oder über die interne Lithium-Ionen-Batterie betrieben werden.

7.2.1 Anschliessen des LuMon™ Monitors an das Stromnetz/Betrieb über das Stromnetz

Gehen Sie folgendermassen vor, um den LuMon™ Monitor (5.1) an das Stromnetz anzuschliessen:

- Stecken Sie den Netzstecker in den Anschluss für den Netzstecker an der Rückseite des Monitors (Abbildung 5-2).
- Stecken Sie den Netzstecker in eine geerdete Netzsteckdose.
- Vergewissern Sie sich, dass die Anzeige für Netzstrom/Batterie an der Rückseite des Monitors leuchtet (Abbildung 5-2).

> **HINWEIS**
> Der LuMon™ Monitor stellt sich automatisch auf die an der Steckdose erhältliche Spannung ein: 100 V bis 240 V ~, 50/60 Hz.

> **HINWEIS**
> Falls die Anzeige für Netzstrom/Batterie an der Rückseite des LuMon™ Monitors (Abbildung 5-2) nicht leuchtet, wenn der Monitor an das Stromnetz angeschlossen ist, überprüfen Sie das Netzkabel, die zugänglichen Sicherungen und die Netzsteckdose. Ersetzen Sie defekte Teile durch Originalteile von Sentec. Wie Sie die Sicherungen des LuMon™ Monitors ersetzen, erläutert Abschnitt 11.3.

Die Anzeige für Netzstrom/Batterie an der Rückseite des LuMon™ Monitors (Abbildung 5-2) gibt anhand der Farbe den Status der Verbindung des Monitors zum Stromnetz und den Ladezustand der Batterie an:

- Grün: Der Monitor ist an das Stromnetz angeschlossen und die Batterie wird nicht geladen (entweder ist die Batterie vollständig aufgeladen oder der Ladevorgang ist wegen hoher Temperaturen unterbrochen).
- Gelb: Der Monitor ist an das Stromnetz angeschlossen und die Batterie wird gerade geladen.
- Aus: Der Monitor ist nicht an das Stromnetz angeschlossen (wird also über die interne Batterie betrieben).

Wenn der LuMon™ Monitor eingeschaltet ist, zeigt das Symbol „Netzstrom/Batterie" in der Statusleiste der Benutzeroberfläche (Tabelle 6-1) auch den Status der Verbindung zum Stromnetz an, den Ladezustand der Batterie bei einer Verbindung zum Stromnetz bzw. die ungefähre verbleibende Batteriekapazität ohne Verbindung zum Stromnetz.

> **HINWEIS**
> Wenn der LuMon™ Monitor an das Stromnetz angeschlossen ist, wird die interne Batterie aufgeladen. Wir empfehlen daher, den LuMon™ Monitor auch dann an das Stromnetz angeschlossen zu lassen, wenn er nicht in Betrieb ist. Auf diese Weise ist die Batterie immer vollständig geladen, wenn der Monitor benötigt wird.

7.2.2 Betrieb über die interne Batterie

Der LuMon™ Monitor (5.1) ist mit einer aufladbaren internen Lithium-Ionen-Batterie ausgestattet, die den Monitor beim Transport innerhalb des Krankenhauses versorgt oder wenn kein Anschluss an das Stromnetz möglich ist. Eine neue und voll aufgeladene Batterie reicht für bis zu eine Stunde Betrieb/Monitoring.

Das Symbol „Netzstrom/Batterie" in der Statusleiste (Tabelle 6-1) zeigt den Status der Verbindung des LuMon™ Monitors zum Stromnetz an, den Ladezustand der Batterie bei einer Verbindung zum Stromnetz bzw. die ungefähre verbleibende Batteriekapazität ohne Verbindung zum Stromnetz.

Wenn der LuMon™ Monitor nicht an das Stromnetz angeschlossen ist, zeigt das Symbol „Netzstrom/Batterie" Folgendes an:

- Gelb: Die verbleibende Batteriekapazität ist unter 60 % (d. h. der Betrieb/das Monitoring ist mit dem derzeitigen Ladezustand noch maximal 30 Minuten möglich).
- Rot: Die Batteriekapazität ist unter 30 % (d. h. ohne Verbindung zum Stromnetz schaltet sich der Monitor in maximal 15 Minuten ab).

Das Aufladen einer fast oder komplett leeren Batterie dauert rund 5 Stunden. Nach ca. 3,5 Stunden Ladedauer stehen 80 % der Batteriekapazität zur Verfügung.

> **HINWEIS**
> Durch das wiederholte Verwenden und Aufladen der Batterie wird die Zeitspanne zwischen dem Aufleuchten des roten Symbols „Netzstrom/Batterie" und dem Abschalten des Geräts eventuell kürzer.

> **HINWEIS**
> Es wird empfohlen, die interne Batterie alle 24 Monate von einem von Sentec autorisierten LuMon™ Techniker überprüfen und bei Bedarf austauschen zu lassen. Entsorgen Sie die Batterie entsprechend den bei Ihnen geltenden Vorschriften.

7.3 Einschalten des LuMon™ Monitors und Prüfen der Systemeinstellungen

Sie schalten den LuMon™ Monitor ein, indem Sie den EIN/AUS-Schalter an der Rückseite des Geräts drücken (Abbildung 5-2). Während der LuMon™ Monitor alle internen Prozesse startet und einen Selbsttest beim Einschalten durchführt, wird der Startbildschirm angezeigt, auf dem eine Fortschrittsleiste und die Softwareversion der grafischen Benutzeroberfläche zu sehen sind. Der Startvorgang des LuMon™ Monitors kann bis zu drei Minuten dauern.

> **HINWEIS**
> Nach dem Einschalten kalibriert der LuMon™ Monitor seinen Touchscreen. Berühren Sie den Touchscreen in den ersten Sekunden nach dem Start nicht, um die Kalibrierung nicht zu stören.

Nach Abschluss des Startvorgangs wird die Standardversion der ScoutView-Anzeige (Abbildung 6-6) angezeigt.

Überprüfen Sie die ungefähre verbleibende Batteriekapazität des LuMon™ Monitors (7.2.2), die in der Statusleiste der Benutzeroberfläche (Tabelle 6-1) durch das Symbol „Netzstrom/Batterie" angezeigt wird. Schliessen Sie den Monitor bei Bedarf an das Stromnetz an (7.2.1).

Um die Systemeinstellungen des LuMon™ Monitors (z. B. Datum und Uhrzeit) sowie die Softwareversionen zu prüfen, rufen Sie in der ScoutView-Anzeige die Systemeinstellungen auf (Abbildung 6-6, Abbildung 6-8). Passen Sie die Einstellungen nach Bedarf an.

> **HINWEIS**
> Die im internen Speicher des LuMon™ Monitors gespeicherten *EIT-Daten* werden beim Ändern von Datum und Uhrzeit gelöscht. Eine Bestätigung dafür wird bei der Änderung nicht angefordert.

7.4 Test vor Inbetriebnahme

Führen Sie den Test vor Inbetriebnahme als letzten Installationsschritt durch und danach jedes Mal, bevor das Monitoring (7.5) für einen neuen Patienten beginnt.

A. Benötigtes Material:

- LuMon™ Monitor – Adult (5.1) und entweder ein SensorBeltConnector (5.2.1), wenn ein SensorBelt verwendet wird, oder ein LuMon™ Connector (5.2.2), wenn ein LuMon™ Belt Adult verwendet wird.
- LuMon™ Monitor – Neo (5.1) und ein LuMon™ Connector (5.2.2)

B. Schalten Sie den LuMon™ Monitor ein:

Schalten Sie den LuMon™ Monitor ein, ohne dass ein Gurt-Konnektor angeschlossen ist, und prüfen Sie, ob die Statusmeldung „Konnektor anschliessen" in der ScoutView-Anzeige erscheint (Abbildung 6-6).

C. Rufen Sie die Systemeinstellungen in der ScoutView-Anzeige auf (Abbildung 6-8):

- Prüfen Sie Datum und Uhrzeit des Monitors und synchronisieren Sie sie bei Bedarf, z. B. mit dem Datum und der Uhrzeit Ihrer Einrichtung.
- Vergewissern Sie sich, dass das Feld rechts neben „Konnektor" leer ist.

D. Schliessen Sie den Gurt-Konnektor an den LuMon™ Monitor an und prüfen Sie Folgendes:

- Im Feld rechts neben „Konnektor" wird eine Zahl angezeigt (in der die Hardware- und Softwareversionen des angeschlossenen Gurt-Konnektors codiert sind).
- Die Statusmeldung „Gurt anschliessen" erscheint in der ScoutView-Anzeige.

Wenn der Test vor Inbetriebnahme erfolgreich abgeschlossen wurde, können Sie das Monitoring starten (7.5). Wenn der Test fehlschlägt oder Fehlermeldungen zum Gurt-Konnektor angezeigt werden (6.6.2), verwenden Sie den beim Test vor der Inbetriebnahme verwendeten Gurt-Konnektor nicht. Führen Sie stattdessen den Test vor der Inbetriebnahme mit einem anderen Gurt-Konnektor durch.

HINWEIS
Es wird empfohlen, Datum und Uhrzeit des LuMon™ Monitors (Abbildung 6-8, Tabelle 6-7) mit dem Datum und der Uhrzeit Ihrer Einrichtung zu synchronisieren, weil anderenfalls die in den Trends des LuMon™ Monitors angegebenen oder die gespeicherten/exportierten Daten bzw. Zeiten (z. B. für markierte Bedienerereignisse (9.11)) von den Angaben in Ihren Aufzeichnungen abweichen könnten.

HINWEIS
Der LuMon™ Monitor führt die Umstellung zwischen Sommer- und Winterzeit nicht automatisch durch.

HINWEIS
Die im internen Speicher des LuMon™ Monitors gespeicherten *EIT-Daten* werden beim Ändern von Datum und Uhrzeit gelöscht. Eine Bestätigung dafür wird bei der Änderung nicht angefordert.

7.5 Mindestanforderungen

Mindestanforderungen vor Betrieb in Bezug auf Hardware, IT-Netzwerk-Merkmale und IT-Sicherheitsmassnahmen:

Zum Schutz von Patientendaten vor Cybergefahren muss ein ganzheitliches Sicherheitskonzept nach dem Stand der Technik implementiert sein und laufend gepflegt werden. Krankenhäuser und andere Gesundheitsdienstleister sind bei der Installation des LuMon Systems dafür zuständig, den unbefugten Zugriff auf die Systeme, Geräte und Netzwerke der Einrichtung zu verhindern. Im Zweifelsfall oder bei Sicherheitsproblemen wenden Sie sich bitte an Ihren IT-Verantwortlichen.

8 Anlegen des Gurts und Start des Monitorings

Wie Sie die beste Gurtgrösse für den Patienten ermitteln, den Gurt richtig anlegen und das Monitoring starten, beschreibt Abschnitt 0 für Erwachsene und Kinder und Abschnitt 8.2 für Neugeborene und Säuglinge.

Abschnitt 8.4 erläutert, wie Sie nach dem Start des Monitorings prüfen, ob der richtige *Analysemodus* gewählt und ordnungsgemäss eingerichtet ist. Wie Sie dies später während des Monitorings (9) mindestens alle 8 Stunden prüfen, beschreibt Abschnitt 8.5. Abschnitt 9.7 beschreibt die verschiedenen *Analysemodi*.

⚠ WARNUNG
Entfernen Sie den LuMon™ Belt, wenn er verschmutzt ist.

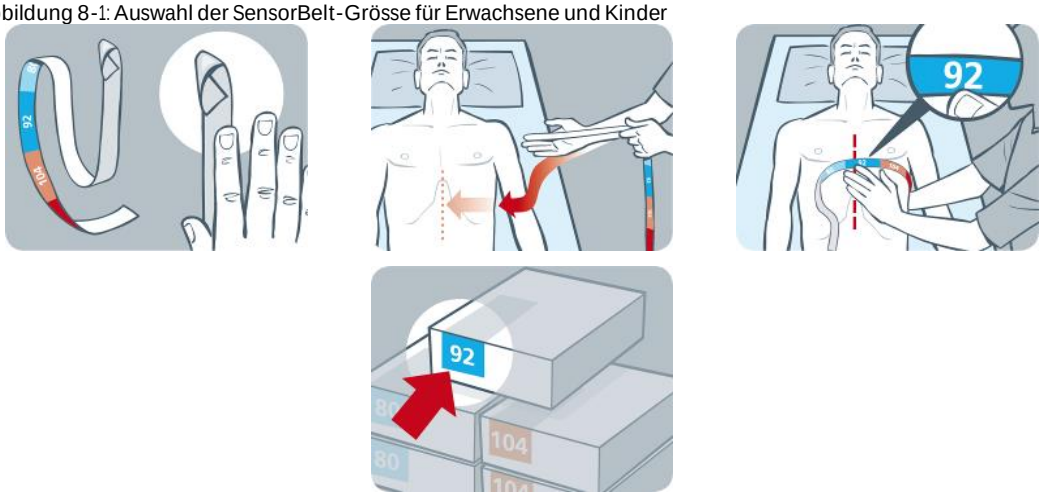
8.1 Anlegen des SensorBelts und Start des Monitorings für Erwachsene und Kinder

Um das Monitoring für Erwachsene und Kinder zu starten, gehen Sie vor, wie in den Abbildungen in diesem Abschnitt beschrieben. Zum schnellen Nachschlagen enthält die Kurzanleitung für Erwachsene/Kinder (14.1) eine Zusammenfassung der Informationen in diesem Abschnitt. Auf den Packungen des SensorBelts (14.1) finden Sie eine Anleitung mit denselben Bildern, aber ohne erklärenden Text.

Bevor Sie das Monitoring für einen neuen Patienten starten, vergewissern Sie sich, dass dieser Patient die Kriterien für ein EIT-Monitoring (3, 4.4) erfüllt, und führen Sie mit einem LuMon™ Monitor – Adult (5.1) und einem SensorBeltConnector (5.2.1) den Test vor der Inbetriebnahme einschliesslich der Überprüfung von Datum und Uhrzeit des Monitors (7.4) durch.

Entfernen Sie alle Materialien von den Thoraxbereichen, wo der gestreifte Stoff des SensorBelts angelegt (Abbildung 5-5) wird, und wischen Sie alle Flüssigkeiten ab.

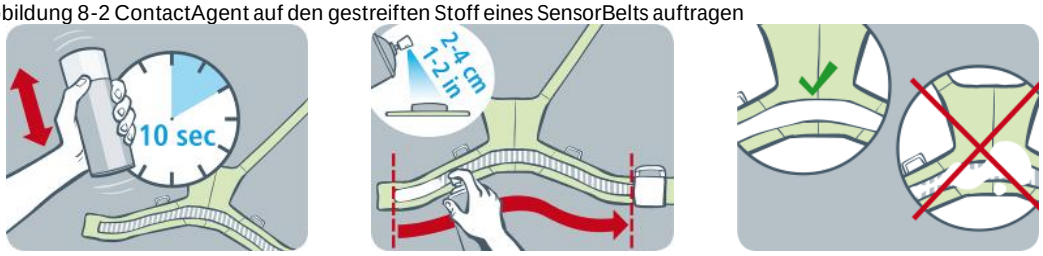
Abbildung 8-1: Auswahl der SensorBelt-Grösse für Erwachsene und Kinder



Mit dem Massband für Erwachsene/Kinder (5.5.1), das dem ContactAgent-Paket beiliegt, messen Sie den halben Unterbrustumfang des Patienten aus, direkt unterhalb der Brust von der Wirbelsäule bis zur Mitte des Brustbeins. Das Ergebnis gibt an, wie in Abbildung 8-1 gezeigt, welche SensorBelt-Grösse (5.3.1) für den Patienten am besten geeignet ist. Das Massband für Erwachsene/Kinder ist in Abschnitte mit unterschiedlichen Farben eingeteilt. Diese geben die empfohlene Grösse des SensorBelts für den jeweiligen halben Unterbrustumfang an. Um die Auswahl der passenden Grösse zu erleichtern, sind die Packungen der Gurte mit der entsprechenden Farbe gekennzeichnet. In Tabelle 13-14 finden Sie die erhältlichen SensorBelt-Grössen.

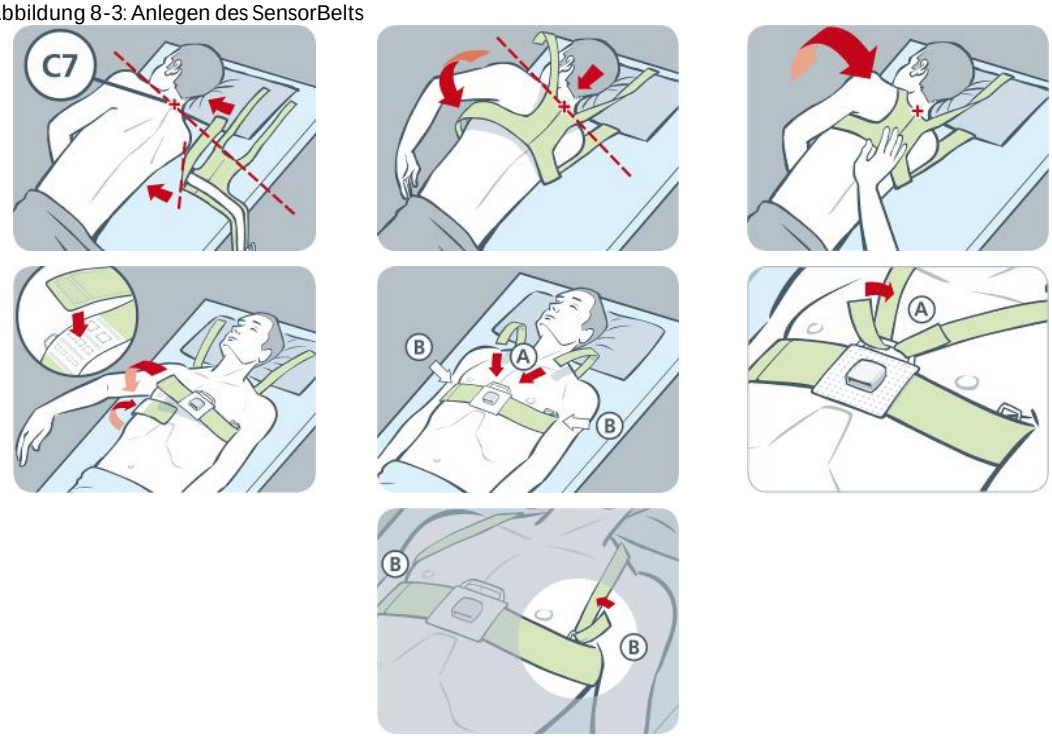
Nehmen Sie einen SensorBelt in der empfohlenen Grösse, öffnen Sie die Packung und breiten Sie den SensorBelt auf einer ebenen Fläche so aus, dass der gestreifte Stoff mit den integrierten Elektroden (Abbildung 5-5) nach oben zeigt.

Abbildung 8-2 ContactAgent auf den gestreiften Stoff eines SensorBelts auftragen



Schütteln Sie die Sprühdose mit ContactAgent mindestens 10 Sekunden lang und tragen Sie dann wie in Abbildung 8-2 gezeigt den ContactAgent auf den gestreiften Stoff des SensorBelts auf, und zwar auf die Seite, die am Patienten anliegen wird. Wiederholen Sie den Sprühvorgang so lange, bis der gestreifte Stoff vollständig und gleichmässig angefeuchtet ist. Vermeiden Sie nach Möglichkeit, ContactAgent auf andere Bereiche als den gestreiften Stoff aufzutragen.

Abbildung 8-3: Anlegen des SensorBelts



Legen Sie den SensorBelt wie in Abbildung 8-3 gezeigt am Patienten an. In der Abbildung wird der SensorBelt erst an der linken Seite des Patienten, dann an der rechten Seite angelegt:

- Drehen Sie den Patienten auf die rechte Seite.
- Finden Sie den 7. Halswirbel (C7), der mit einem roten „x" markiert ist. C7 hat einen grossen und leicht tastbaren Dornfortsatz, der posterior an der Halsrückseite vorsteht.
- Legen Sie den Gurt neben den Patienten. Dabei muss der gestreifte Stoff des linken Brustbands nach oben und vom Patienten weg weisen und das rechte Brustband muss so nach oben gefaltet sein, dass der gestreifte Stoff nach unten weist. Richten Sie das obere Ende der Mittellinie des SensorBelt-Rückenteils am Wirbel C7 aus, wie in der Abbildung durch die durchgehende schwarze Linie und die gestrichelte rote Linie gezeigt.
- Legen Sie das linke Brustband über die linke Brustseite des Patienten.
- Positionieren Sie den Gurt so, dass die Mittellinie des Rückenteils auf der Wirbelsäule verläuft, das obere Ende bei C7 bleibt und das linke Brustband den Rippen am 5./6. Intercostalraum (ICR) folgt.
- Achten Sie darauf, dass der SensorBelt in dieser Position bleibt, wenn Sie den Patienten auf die linke Seite drehen.
- Wenn der Patient auf der linken Seite liegt, nehmen Sie das rechte Brustband und legen es über die rechte Brustseite des Patienten.
- Vergewissern Sie sich, dass die Mittellinie des SensorBelt-Rückenteils weiterhin auf der Wirbelsäule verläuft, dass ihr oberes Ende nahe C7 ist und das rechte Brustband ebenfalls den Rippen am 5./6. ICR folgt.
- Achten Sie darauf, dass der SensorBelt in dieser Position bleibt, wenn Sie den Patienten wieder in die Rückenlage drehen.
- Achten Sie beim Schliessen und Festziehen des SensorBelts darauf, dass der gestreifte Stoff beider Brustbänder weiterhin in schräger Linie den Rippen am 5./6. Intercostalraum (ICR) folgt, dass das obere Ende der Mittellinie des SensorBelt-Rückenteils nahe bei C7 liegt und dass der Gurt eng an der Haut des Patienten anliegt, aber die Atmung nicht behindert.

HINWEIS
Wenn Sie den SensorBelt erst auf der rechten und dann auf der linken Seite anlegen, gehen Sie entsprechend vor.

Geben Sie den gemessenen halben Unterbrustumfang und die Patientendaten im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7) ein, um das Thorax- und Lungenmodell (9.1) zu wählen, das am besten für den Patienten geeignet ist. Geben Sie das tatsächliche Körpergewicht ein (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht).

Schliessen Sie den SensorBeltConnector an den SensorBelt an, um das Monitoring zu starten.

WARNUNG
Verringern Sie die Gefahr, dass sich der Patient in Kabeln verfängt oder damit stranguliert, indem Sie die Kabel sinnvoll verlegen und fixieren. Lassen Sie keinen nicht angelegten Gurt in Reichweite des Patienten.

WARNUNG
Die ControlBox und die MatchBox des SensorBeltConnectors erzeugen geringe Wärmemengen und ihre Oberflächen können um mehrere Grad (Celsius) wärmer sein als die Umgebungstemperatur. Das Nichtbeachten der folgenden Punkte erhöht das Risiko lokaler Hautverbrennungen:

1) Setzen Sie die MatchBox nicht direkt auf den Patienten, und platzieren Sie die ControlBox so, dass kein Kontakt zur Haut des Patienten besteht.
2) Decken Sie die ControlBox und die MatchBox nach Möglichkeit nicht mit Tüchern oder Bettwäsche ab, um eine zu starke Erwärmung der Haut zu verhindern.
3) Um bei Bauchlage den Druck auf die Brust des Patienten an den Stellen zu minimieren, wo die MatchBox an die Dockingstation des SensorBelts angeschlossen ist, und um die Wärme von der MatchBox über die Luft abströmen zu lassen, können Sie beispielsweise zwei kleine Kissen zu beiden Seiten der Dockingstation platzieren.

Vergewissern Sie sich in der ScoutView-Anzeige, dass der angeschlossene SensorBelt die empfohlene Grösse hat (Abbildung 6-6, Abbildung 6-7). Falls die Grösse nicht passt, überprüfen Sie den gemessenen halben Unterbrustumfang. Ändern Sie entweder die Eingabe am Monitor oder wählen Sie einen Gurt in der empfohlenen Grösse aus.

Prüfen Sie zu Beginn des Monitorings und mindestens alle 8 Stunden während des Monitorings (9) die ordnungsgemässe Einrichtung (8.4) und wählen Sie einen *Analysemodus* aus, der zum Atemmuster des Patienten passt (8.5).

WARNUNG
In den folgenden Fällen können die Datenqualität beeinträchtigt, Messungen fehlerhaft und somit die Ergebnisse falsch interpretiert werden:

1) Die Grösse des angeschlossenen Gurts entspricht nicht der empfohlenen Grösse.
2) Der Gurt wurde nicht wie empfohlen angelegt und positioniert.
3) Die am LuMon™ Monitor angezeigte Drehung und Neigung entsprechen nicht der Lage des Patienten.
4) Die Patientendaten oder der halbe Unterbrustumfang wurden nicht korrekt ermittelt und eingegeben. Alle diese Einstellungen werden beim Start des Monitors auf die Standardwerte zurückgesetzt. Sie müssen diese Einstellungen daher nach jedem Neustart des Monitors erneut eingeben.
5) Es wurde ein ungeeigneter Analysemodus ausgewählt.

8.2 Anlegen des LuMon™ Belts Adult und Start des Monitorings für Erwachsene und Kinder

Um das Monitoring für Erwachsene und Kinder zu starten, gehen Sie vor, wie in den Abbildungen in diesem Abschnitt beschrieben. Zum schnellen Nachschlagen enthält die Kurzanleitung für Erwachsene/Kinder (14.1) eine Zusammenfassung der Informationen in diesem Abschnitt. Auf den Packungen des LuMon™ Belts (14.1) finden Sie eine Anleitung mit denselben Bildern, aber ohne erklärenden Text.

Bevor Sie das Monitoring für einen neuen Patienten starten, vergewissern Sie sich, dass dieser Patient die Kriterien für ein EIT-Monitoring (3, 4.4) erfüllt, und führen Sie mit einem LuMon™ Monitor – Adult (5.1) und einem LuMon™ Connector (5.2.2) den Test vor der Inbetriebnahme einschliesslich der Überprüfung von Datum und Uhrzeit des Monitors (7.4) durch.

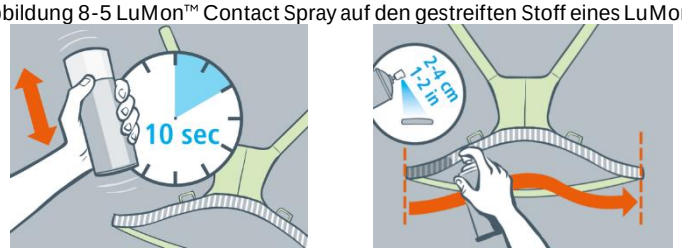
Entfernen Sie alle Materialien von den Thoraxbereichen, wo der gestreifte Stoff des LuMon™ Belts angelegt (Abbildung 5-7) wird, und wischen Sie alle Flüssigkeiten ab.

Abbildung 8-4: Auswahl der Grösse des LuMon™ Belt für Erwachsene und Kinder

Mit dem Massband für Erwachsene/Kinder (5.5.1), das dem LuMon™ Contact Spray-Paket beiliegt, messen Sie den halben Unterbrustumfang des Patienten direkt unterhalb der Brust (von der Wirbelsäule bis zum Brustbein) aus. Das Ergebnis gibt an, wie in Abbildung 8- gezeigt, in welcher Grösse der LuMon™ Belt (5.3.2) für den Patienten am besten geeignet ist. Das Massband für den halben Unterbrustumfang für Erwachsene/Kinder ist in Abschnitte mit unterschiedlichen Farben eingeteilt. Diese geben die empfohlene Grösse des LuMon™ Belts an. Um die Auswahl der passenden Grösse zu erleichtern, sind die Packungen der Gurte mit der entsprechenden Farbe gekennzeichnet. In Tabelle 13-14 finden Sie die erhältlichen Grössen des LuMon™ Belts.

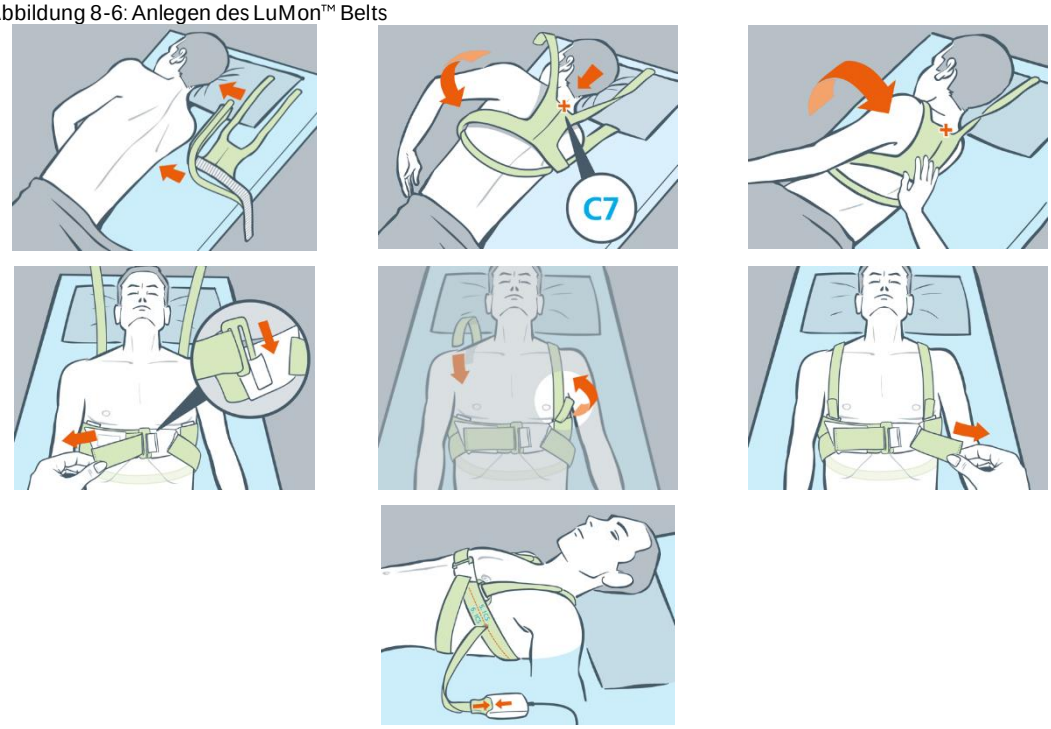
Nehmen Sie einen LuMon™ Belt in der empfohlenen Grösse, öffnen Sie die Packung und breiten Sie den LuMon™ Belt auf einer ebenen Fläche so aus, dass der gestreifte Stoff mit den integrierten Elektroden (Abbildung 5-7) nach oben zeigt.

Abbildung 8-5 LuMon™ Contact Spray auf den gestreiften Stoff eines LuMon™ Belts auftragen



Schüttel Sie die LuMon™ Contact Spray-Sprühdose für mindestens 10 Sekunden und tragen Sie LuMon™ Contact Spray wie in Abbildung 8- gezeigt auf den gestreiften Stoffs des LuMon™ Belts auf, und zwar auf die Seite, die am Patienten anliegen wird. Wiederholen Sie den Sprühvorgang so lange, bis der gestreifte Stoff vollständig und gleichmässig angefeuchtet ist. Vermeiden Sie nach Möglichkeit, LuMon™ Contact Spray auf andere Bereiche als den gestreiften Stoff aufzutragen.

Abbildung 8-6: Anlegen des LuMon™ Belts



Legen Sie den LuMon™ Belt wie in Abbildung 8-6 gezeigt am Patienten an. In der Abbildung wird der LuMon™ Belt erst an der linken Seite des Patienten, dann an der rechten Seite angelegt:

- Drehen Sie den Patienten auf die rechte Seite.
- Finden Sie den 7. Halswirbel (C7), der mit einem roten „x" markiert ist. C7 hat einen grossen und leicht tastbaren Dornfortsatz, der posterior an der Halsrückseite vorsteht.
- Legen Sie den Gurt neben den Patienten. Dabei muss der gestreifte Stoff des linken Brustbands nach oben und vom Patienten weg weisen und das rechte Brustband muss so nach oben gefaltet sein, dass der gestreifte Stoff nach unten weist. Richten Sie das obere Ende der Mittellinie des LuMon™ Belt-Rückenteils am Wirbel C7 aus, wie in der Abbildung durch die durchgehende schwarze Linie und die gestrichelte rote Linie gezeigt.
- Legen Sie das linke Brustband über die linke Brustseite des Patienten.
- Achten Sie darauf, dass der LuMon™ in dieser Position bleibt, wenn Sie den Patienten auf die linke Seite drehen.
- Ziehen Sie das rechte Brustband und den Schulterriemen unter dem Patienten hervor.
- Schliessen Sie die Vorderschnalle und ziehen Sie den Gurt an.
- Legen Sie die Schulterriemen an und ziehen Sie diese an, bevor Sie den unteren Rückenriemen anziehen.
- Vergewissern Sie sich, dass der Gurt am 5./6. Intercostalraum (ICR) in einer schrägen Ebene verläuft, dass die Mittellinie des LuMon™ Belt-Rückenteils nahe C7 ist und dass er eng an der Haut des Patienten anliegt, ohne die Atmung einzuschränken.
- Schliessen Sie dann den LuMon™ Belt an den LuMon™ Connector an.

Geben Sie den gemessenen halben Unterbrustumfang und die Patientendaten im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7) ein, um das Thorax- und Lungenmodell (9.1) zu wählen, das am besten für den Patienten geeignet ist. Geben Sie das tatsächliche Körpergewicht ein (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht).

Schliessen Sie den LuMon™ Connector an den LuMon™ Belt an, um das Monitoring zu starten

⚠ WARNUNG
Verringern Sie die Gefahr, dass sich der Patient in Kabeln verfängt oder damit stranguliert, indem Sie die Kabel sinnvoll verlegen und fixieren. Lassen Sie keinen nicht angelegten Gurt in Reichweite des Patienten.

⚠ WARNUNG
Die ControlBox des LuMon™ Connectors erzeugt geringe Wärmemengen und ihre Oberflächen können um mehrere Grad (Celsius) wärmer sein als die Umgebungstemperatur. Das Nichtbeachten der folgenden Punkte erhöht das Risiko lokaler Hautverbrennungen:

1) Platzieren Sie die ControlBox so, dass kein Kontakt zur Haut des Patienten besteht.
2) Decken Sie die ControlBox nach Möglichkeit nicht mit Tüchern oder Bettwäsche ab, um eine zu starke Erwärmung der Haut zu verhindern.

Vergewissern Sie sich in der ScoutView-Anzeige, dass der angeschlossene LuMon™ Belt die empfohlene Grösse hat (Abbildung 6-6, Abbildung 6-7). Falls die Grösse nicht passt, überprüfen Sie den gemessenen halben Unterbrustumfang. Ändern Sie entweder die Eingabe am Monitor oder wählen Sie einen Gurt in der empfohlenen Grösse aus.

Prüfen Sie zu Beginn des Monitorings und mindestens alle 8 Stunden während des Monitorings (9) die ordnungsgemässe Einrichtung (8.4) und wählen Sie einen *Analysemodus* aus, der zum Atemmuster des Patienten passt (8.5).

⚠ WARNUNG
In den folgenden Fällen können die Datenqualität beeinträchtigt, Messungen fehlerhaft und somit die Ergebnisse falsch interpretiert werden:

1) Die Grösse des angeschlossenen Gurts entspricht nicht der empfohlenen Grösse.
2) Der Gurt wurde nicht wie empfohlen angelegt und positioniert.
3) Die am LuMon™ Monitor angezeigte Drehung und Neigung entsprechen nicht der Lage des Patienten.
4) Die Patientendaten oder der halbe Unterbrustumfang wurden nicht korrekt ermittelt und eingegeben. Alle diese Einstellungen werden beim Start des Monitors auf die Standardwerte zurückgesetzt. Sie müssen diese Einstellungen daher nach jedem Neustart des Monitors erneut eingeben.
5) Es wurde ein ungeeigneter Analysemodus ausgewählt.

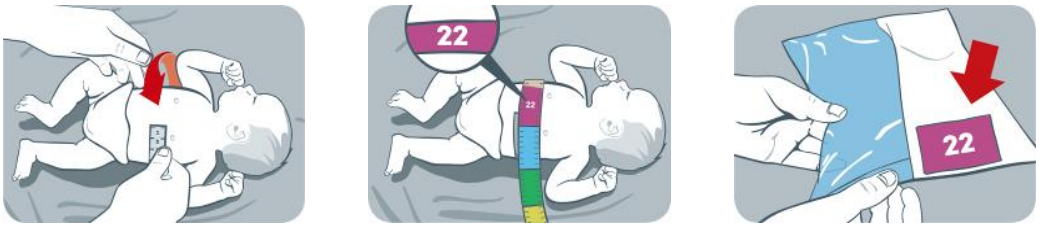
8.3 Anlegen des LuMon™ Belts Neo und Start des Monitorings für Neugeborene und Säuglinge

Um das Monitoring für Neugeborene und Säuglinge zu starten, gehen Sie vor, wie in den Abbildungen in diesem Abschnitt beschrieben. Zum schnellen Nachschlagen enthält die Kurzanleitung für Neugeborene/Säuglinge (14.1) eine Zusammenfassung der Informationen in diesem Abschnitt. Auf den Packungen des LuMon™ Belts (14.1) finden Sie eine Anleitung mit denselben Bildern, aber ohne erklärenden Text.

Bevor Sie das Monitoring für einen neuen Patienten starten, vergewissern Sie sich, dass dieser Patient die Kriterien für ein EIT-Monitoring (3, 4.4) erfüllt, und führen Sie mit einem LuMon™ Monitor – Neo (5.1) und einem LuMon™ Connector (5.2.2) den Test vor der Inbetriebnahme einschliesslich der Überprüfung von Datum und Uhrzeit des Monitors (7.4) durch.

Entfernen Sie alle Materialien von den Thoraxbereichen, wo der gestreifte Stoff des LuMon™ Belts angelegt (Abbildung 5-7) wird, und wischen Sie alle Flüssigkeiten ab.

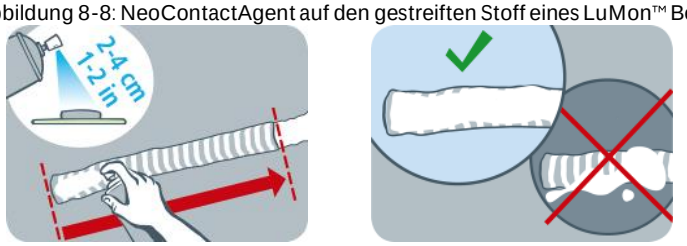
Abbildung 8-7: Auswahl der Grösse des LuMon™ Belts für Neugeborene und Säuglinge



Mit dem Massband für Neugeborene/Säuglinge (5.5.2), das dem NeoContactAgent-Paket beiliegt (5.4.2), messen Sie den vollen Unterbrustumfang des Patienten direkt unterhalb der Brust aus. Das Ergebnis gibt an, wie in Abbildung 8-7 gezeigt, in welcher Grösse der LuMon™ Belt (5.3.2) für den Patienten am besten geeignet ist. Das Massband für Neugeborene/Säuglinge ist in Abschnitte mit unterschiedlichen Farben eingeteilt. Diese geben die empfohlene Grösse des LuMon™ Belts für den jeweiligen vollen Unterbrustumfang an. Um die Auswahl der passenden Grösse zu erleichtern, sind die Packungen der Gurte mit der entsprechenden Farbe gekennzeichnet. In Tabelle 13-14 finden Sie die erhältlichen Grössen des LuMon™ Belts.

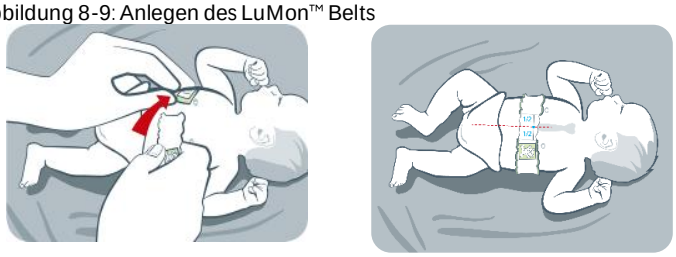
Nehmen Sie einen LuMon™ Belt in der empfohlenen Grösse, öffnen Sie die Packung und breiten Sie den LuMon™ Belt auf einer ebenen Fläche so aus, dass der gestreifte Stoff mit den integrierten Elektroden (Abbildung 5-77) nach oben zeigt.

Abbildung 8-8: NeoContactAgent auf den gestreiften Stoff eines LuMon™ Belts auftragen



Tragen Sie den NeoContactAgent (5.4.2) wie in Abbildung 8-8 gezeigt den gestreiften Stoffs des LuMon™ Belts auf, und zwar auf die Seite, die am Patienten anliegen wird. Wiederholen Sie den Sprühvorgang so lange, bis der gestreifte Stoff vollständig und gleichmässig angefeuchtet ist. Vermeiden Sie nach Möglichkeit, NeoContactAgent auf andere Bereiche als den gestreiften Stoff aufzutragen. Es ist angenehmer für den Patienten, wenn Sie den NeoContactAgent vor der Verwendung auf Körpertemperatur aufwärmen.

Abbildung 8-9: Anlegen des LuMon™ Belts



Legen Sie den LuMon™ Belt, wie in Abbildung 8-9 gezeigt, am Patienten an. Der Kopf des Bären auf dem LuMon™ Belt (Abbildung 5-77) und der Kopf des Patienten müssen in dieselbe Richtung weisen. Legen Sie den Gurt direkt unterhalb der Brust um den Brustkorb des Patienten und ziehen Sie den Gurt dann mit dem weichen und dehnbaren Verschlussband fest. Achten Sie beim Schliessen und Festziehen des LuMon™ Belts darauf, dass das Brustbein zwischen den beiden Enden des gestreiften Stoffs liegt. Vergewissern Sie sich ausserdem, dass der

LuMon™ Belt den Rippen unter der Brust entlang der Transversalebene folgt und eng an der Haut des Patienten anliegt, die Atmung aber nicht behindert.

Abbildung 8-10: Versatz des Gurts

Messen Sie mit dem Massband für Neugeborene/Säuglinge den Versatz des Gurts, also den Abstand zwischen dem Brustbein und dem Bären auf dem LuMon™ Belt, wie in Abbildung 8-10 gezeigt. Richten Sie die Bären auf dem Gurt und auf dem Massband aneinander aus, wobei ihre Köpfe in dieselbe Richtung weisen, und lesen Sie den Versatz des Gurts vom Massband ab.

Geben Sie den gemessenen vollen Unterbrustumfang, die Patientendaten und den gemessenen Versatz des Gurts im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7) ein, damit die Position der Elektroden auf dem Thorax des Patienten (9.1) möglichst genau ermittelt werden kann. Geben Sie das tatsächliche Körpergewicht ein (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht).

Schliessen Sie zum Start des Monitorings den LuMon™ Connector an den LuMon™ Belt an.

WARNUNG
Verringern Sie die Gefahr, dass sich der Patient in Kabeln verfängt oder damit stranguliert, indem Sie die Kabel sinnvoll verlegen und fixieren. Lassen Sie keinen nicht angelegten Gurt in Reichweite des Patienten.

WARNUNG
Die ControlBox des LuMon™ Connectors erzeugt geringe Wärmemengen, und ihre Oberfläche kann um mehrere Grad (Celsius) wärmer sein als die Umgebungstemperatur. Das Nichtbeachten der folgenden Punkte erhöht das Risiko lokaler Hautverbrennungen:

1) Platzieren Sie die ControlBox so, dass kein Kontakt zur Haut des Patienten besteht.
2) Decken Sie die ControlBox nach Möglichkeit nicht mit Tüchern oder Bettwäsche ab, um eine zu starke Erwärmung der Haut zu verhindern.

Vergewissern Sie sich in der ScoutView-Anzeige, dass der angeschlossene LuMon™ Belt die empfohlene Grösse hat (Abbildung 6-6, Abbildung 6-7). Falls die Grösse nicht passt, überprüfen Sie den gemessenen vollen Unterbrustumfang. Ändern Sie entweder die Eingabe am Monitor oder wählen Sie einen Gurt in der empfohlenen Grösse aus.

Prüfen Sie zu Beginn des Monitorings und mindestens alle 8 Stunden während des Monitorings (9) die ordnungsgemässe Einrichtung (8.4) und die Eignung des *Analysemodus* für das Atemmuster des Patienten (8.5).

WARNUNG
In den folgenden Fällen können die Datenqualität beeinträchtigt, Messungen fehlerhaft und somit die Ergebnisse falsch interpretiert werden:

1) Die Grösse des angeschlossenen Gurts entspricht nicht der empfohlenen Grösse.
2) Der Gurt wurde nicht wie empfohlen angelegt und positioniert.
3) Die am LuMon™ Monitor angezeigte Drehung und Neigung entsprechen nicht der Lage des Patienten.
4) Die Patientendaten oder der halbe Unterbrustumfang wurden nicht korrekt ermittelt und eingegeben. Alle diese Einstellungen werden beim Start des Monitors auf die Standardwerte zurückgesetzt. Sie müssen diese Einstellungen daher nach jedem Neustart des Monitors erneut eingeben.
5) Es wurde ein ungeeigneter Analysemodus ausgewählt.

8.4 Prüfen der ordnungsgemässen Einrichtung

Prüfen Sie nach dem Start des Monitorings (7.5) und mindestens alle 8 Stunden während des Monitorings (9) die ordnungsgemässe Einrichtung. Die ordnungsgemässe Einrichtung für Erwachsene und Kinder erläutert Abschnitt 8.4.1, die ordnungsgemässe Einrichtung für Neugeborene und Säuglinge erläutert Abschnitt 8.4.2.

8.4.1 Prüfen der ordnungsgemässen Einrichtung für Erwachsene und Kinder

Zum schnellen Nachschlagen enthält die Kurzanleitung für Erwachsene/Kinder (14.1) eine Zusammenfassung der Informationen in diesem Abschnitt.

A. Prüfen der Gurtzeit

Prüfen Sie die *Gurtzeit*, die im Symbol „Gurtzeit" angezeigt wird (Tabelle 6-1).

> Falls die Gurtzeit abgelaufen ist, entfernen und entsorgen Sie den alten Gurt und verwenden Sie einen neuen Gurt in derselben Grösse, um das Monitoring für diesen Patienten fortzusetzen (10.2).

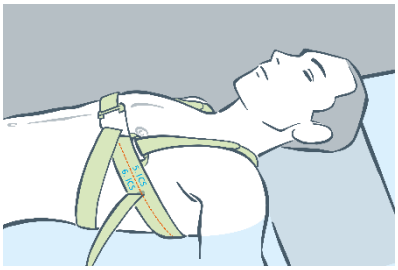
B. Prüfen der Gurtposition für Erwachsene und Kinder

Prüfen Sie, ob der Gurt in der richtigen Position sitzt und eng an der Haut anliegt.

Bei Bedarf korrigieren Sie die Gurtposition und ziehen den Gurt fest. Achten Sie beim Festziehen des Gurts darauf, die Atmung nicht einzuschränken.

Wenn folgende Bedingungen erfüllt sind, sitzt der SensorBelt korrekt (0):

- Der gestreifte Stoff folgt in schräger Linie den Rippen am 5./6. Intercostalraum (ICR) und das obere Ende der Mittellinie des SensorBelt-Rückenteils befindet sich nahe beim Halswirbel C7.
- Die Dockingstation des Gurts befindet sich über dem Brustbein des Patienten.



Bei Bedarf korrigieren Sie die Gurtposition und ziehen den Gurt fest. Achten Sie beim Festziehen des Gurts darauf, die Atmung nicht einzuschränken.

Wenn folgende Bedingungen erfüllt sind, sitzt der LuMon™ Belt korrekt (0):

- Der gestreifte Stoff folgt in schräger Linie den Rippen am 5./6. Intercostalraum (ICR) und das obere Ende der Mittellinie des LuMon™ Belt-Rückenteils befindet sich nahe beim Halswirbel C7.
- Die Dockingstation des Gurts befindet sich über dem Brustbein des Patienten.

C. Prüfen der korrekten Dateneingabe am Monitor für Erwachsene und Kinder

Vergewissern Sie sich, dass der halbe Unterbrustumfang und die Patientendaten, die im Monitor eingegeben wurden, tatsächlich zu diesem Patienten gehören.

> Ändern Sie bei Bedarf die entsprechenden Eingaben im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7). Geben Sie das tatsächliche Körpergewicht ein (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht).

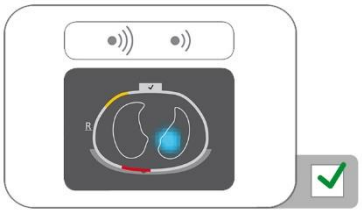
D. Prüfen der angezeigten Lage des Patienten für Erwachsene und Kinder

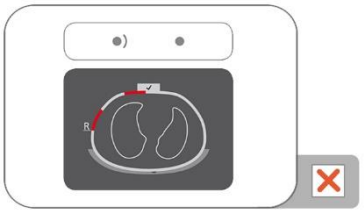
Vergewissern Sie sich, dass die in den Bildern angezeigte *Drehung* und *Neigung* der tatsächlichen Lage des Patienten entsprechen: Akzeptabel für die *Drehung* ist eine Abweichung zum angezeigten Drehungsbild von +/−10°, und für die *Neigung* eine Abweichung von +/−10° des Winkelbereichs, der beim Symbol für die „Neigung" angezeigt wird (6.6.1).

> Überprüfen Sie bei Bedarf die Gurtposition. Prüfen Sie insbesondere, dass der Gurt nicht verdreht ist.

E. Prüfen der Signalqualität und der Qualität des Gurt-Haut-Kontakts

Prüfen Sie die Signalqualität und die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den Thorax (Tabelle 6-1, Tabelle 6-4). Zwar ist das Monitoring auch bei schwachem Signal möglich, aber das Signal sollte vorzugsweise ausreichend oder stark sein. Ausserdem sollten nach Möglichkeit keine *fehlerhaften Elektroden* vorhanden sein (9.3).

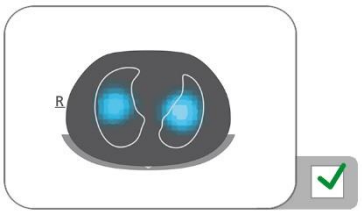


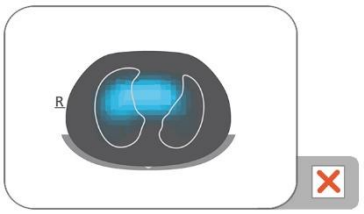


Entfernen Sie etwaige Materialien zwischen Gurt und Haut, z. B. Bandagen, und passen Sie den Sitz des Gurts an den Patienten an, indem Sie den Gurt vorsichtig andrücken und ihn festziehen. Wenn dies das Problem nicht löst, nehmen Sie den Gurt ab, tragen noch einmal Kontaktmittel/-spray auf den gestreiften Stoff des Gurts auf und starten das Monitoring neu (10.2).

F. Prüfen, dass atmungsbedingte Impedanzänderungen im Wesentlichen innerhalb der Lungenkontur liegen

Überprüfen Sie die filmartigen *globalen dynamischen Bilder* in der ScoutView-Anzeige (Abbildung 6-6) und in der VentView-Detailansicht (Abbildung 6-13): Die atmungsbedingten Impedanzänderungen müssen im Wesentlichen innerhalb der *Lungenkontur* liegen (9.4).





Vergewissern Sie sich bei Bedarf, dass der Gurt wie empfohlen angelegt ist. Falls der Gurt zu weit nach kaudal angelegt ist, werden die Messungen möglicherweise vom Zwerchfell beeinflusst. Ist er zu weit nach cranial angelegt, zeigen die *globalen dynamischen Bilder* möglicherweise Impedanzänderungen, wie sie im Bild oben rechts dargestellt sind.

G. Prüfen, ob die globalen dynamischen Bilder und das Plethysmogramm die Atmung wiedergeben

Vergewissern Sie sich, dass die *globalen dynamischen Bilder* und das *Plethysmogramm* in der VentView-Detailansicht (Abbildung 6-13) das Atemmuster des Patienten wiedergeben. Störungen durch andere Geräte, insbesondere durch Bioimpedanz-Messgeräte, etwa zur Atmungsüberwachung per Impedanz, können ein periodisches Flattern der *globalen dynamischen Bilder* verursachen und im *Plethysmogramm* unregelmässige Ausschläge hervorrufen.

Sollten Störungen durch andere Geräte auftreten, schalten Sie das andere Gerät (nach Möglichkeit) ab. Falls es sich um die Atmungsüberwachung per Impedanz mithilfe von EKG-Elektroden handelt, positionieren Sie die Elektroden weiter vom Gurt entfernt. Wenn das Problem dadurch nicht gelöst wird, wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker, Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.

8.4.2 Prüfen der ordnungsgemässen Einrichtung für Neugeborene und Säuglinge

Zum schnellen Nachschlagen enthält die Kurzanleitung für Neugeborene/Säuglinge (14.1) eine Zusammenfassung der Informationen in diesem Abschnitt.

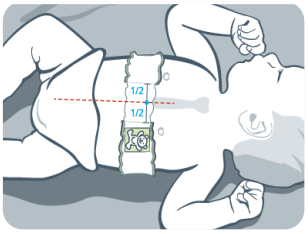
A. Prüfen der Gurtzeit

Prüfen Sie die *Gurtzeit*, die im Symbol „Gurtzeit" angezeigt wird (Tabelle 6-1).

Falls die Gurtzeit abgelaufen ist, entfernen und entsorgen Sie den alten Gurt und verwenden Sie einen neuen Gurt in derselben Grösse, um das Monitoring für diesen Patienten fortzusetzen (10.2).

B. Prüfen der Gurtposition für Neugeborene und Säuglinge

Prüfen Sie, ob der Gurt in der richtigen Position sitzt und eng an der Haut anliegt.

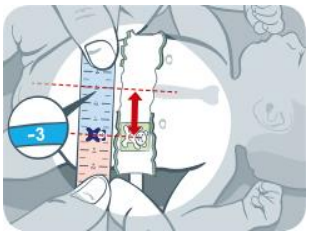


Bei Bedarf korrigieren Sie die Gurtposition und ziehen den Gurt fest. Achten Sie beim Festziehen des Gurts darauf, die Atmung nicht einzuschränken.

Wenn folgende Bedingungen erfüllt sind, sitzt der LuMon™ Belt korrekt (8.2):

- Der Kopf des Bären auf dem Gurt und der Kopf des Patienten weisen in dieselbe Richtung.
- Das Brustbein liegt mittig zwischen den beiden Enden des gestreiften Stoffs.
- Der Gurt folgt den Rippen unter der Brust entlang der Transversalebene.

C. Prüfen der korrekten Dateneingabe am Monitor für Neugeborene und Säuglinge



Messen Sie den Versatz des Gurts (8.2).

Ändern Sie bei Bedarf die entsprechende Eingabe am Monitor (Abbildung 6-7).

Vergewissern Sie sich, dass der volle Unterbrustumfang und die Patientendaten, die im Monitor eingegeben wurden, tatsächlich zu diesem Patienten gehören.

Ändern Sie bei Bedarf die entsprechenden Eingaben im ScoutView-Bereich „Patient“ und „Gurt“ (Abbildung 6-7). Geben Sie das tatsächliche Körpergewicht ein (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht).

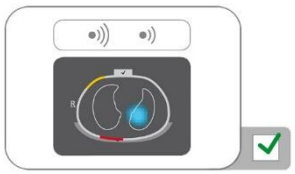
D. Prüfen der angezeigten Lage des Patienten

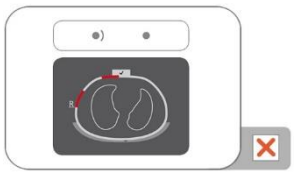
Vergewissern Sie sich, dass die in den Bildern angezeigte *Drehung* und *Neigung* der tatsächlichen Lage des Patienten entsprechen: Akzeptabel für die *Drehung* ist eine Abweichung zum angezeigten Drehungsbild von +/−10°, und für die *Neigung* eine Abweichung von +/−10° des Winkelbereichs, der beim Symbol für die „Neigung“ angezeigt wird (6.6.1).

> Überprüfen Sie bei Bedarf die Gurtposition. Prüfen Sie insbesondere, dass der Gurt nicht verdreht ist, dass das Brustbein mittig zwischen den beiden Enden des gestreiften Stoffs liegt und dass der Gurt weder zu klein noch zu gross ist.

E. Prüfen der Signalqualität und der Qualität des Gurt-Haut-Kontakts

Prüfen Sie die Signalqualität und die Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den Thorax (Tabelle 6-1, Tabelle 6-4). Zwar ist das Monitoring auch bei schwachem Signal möglich, aber das Signal sollte vorzugsweise ausreichend oder stark sein. Ausserdem sollten nach Möglichkeit keine *fehlerhaften Elektroden* vorhanden sein (9.3).

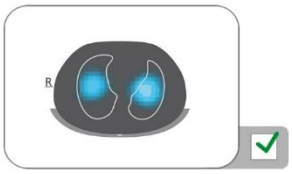


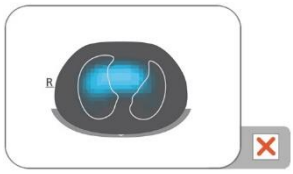


> Entfernen Sie etwaige Materialien zwischen Gurt und Haut, z. B. Bandagen, und passen Sie den Sitz des Gurts an den Patienten an, indem Sie den Gurt vorsichtig andrücken und ihn festziehen. Wenn dies das Problem nicht löst, nehmen Sie den Gurt ab, tragen noch einmal Kontaktmittel/-spray auf den gestreiften Stoff des Gurts auf und starten das Monitoring neu (10.2).

F. Prüfen, dass atmungsbedingte Impedanzänderungen im Wesentlichen innerhalb der Lungenkontur liegen

Überprüfen Sie die filmartigen *globalen dynamischen Bilder* in der ScoutView-Anzeige (Abbildung 6-6) und in der VentView-Detailansicht (Abbildung 6-13): Die atmungsbedingten Impedanzänderungen müssen im Wesentlichen innerhalb der *Lungenkontur* liegen (9.4).





Vergewissern Sie sich bei Bedarf, dass der Gurt wie empfohlen angelegt ist. Falls der Gurt zu weit nach kaudal angelegt ist, werden die Messungen möglicherweise vom Zwerchfell beeinflusst. Ist er zu weit nach cranial angelegt, zeigen die *globalen dynamischen Bilder* möglicherweise Impedanzänderungen, wie sie im Bild oben rechts dargestellt sind.

G. Prüfen, ob die globalen dynamischen Bilder und das Plethysmogramm die Atmung wiedergeben

Vergewissern Sie sich, dass die *globalen dynamischen Bilder* und das *Plethysmogramm* in der VentView-Detailansicht (Abbildung 6-13) das Atemmuster des Patienten wiedergeben. Störungen durch andere Geräte, insbesondere durch Bioimpedanz-Messgeräte, etwa zur Atmungsüberwachung per Impedanz, können ein periodisches Flattern der *globalen dynamischen Bilder* verursachen und im *Plethysmogramm* unregelmässige Ausschläge hervorrufen.

Sollten Störungen durch andere Geräte auftreten, schalten Sie das andere Gerät (nach Möglichkeit) ab. Falls es sich um die Atmungsüberwachung per Impedanz mithilfe von EKG-Elektroden handelt, positionieren Sie die Elektroden weiter vom Gurt entfernt. Wenn das Problem dadurch nicht gelöst wird, wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker, Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.

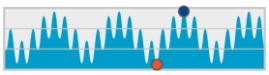
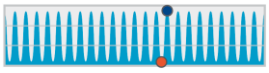
8.5 Prüfen der Eignung des gewählten Analysemodus

In diesem Abschnitt und insbesondere in Tabelle 8-1 finden Sie eine Anleitung, wie Sie die Eignung des gewählten *Analysemodus* (9.7) prüfen können. In diesen Situationen müssen Sie die Eignung des gewählten *Analysemodus* prüfen:

- nach dem Start des Monitorings (7.5)
- während des Monitorings (9) vor der Auswertung *atmungsbezogener EIT-Bilder und Indizes* oder mindestens alle 8 Stunden
- beim Auswerten von Trenddaten

Der angezeigte Zeitbereich in den Beispielen in Tabelle 8-1 ist 15 Sekunden. Das heisst, atmungs- und herzbedingte Änderungen der *Lungenimpedanz* werden mit einer Rate von ca. 16 bpm bzw. 96 bpm abgebildet. Die dunkelblauen und roten Punkte kennzeichnen das lokale Maximum und Minimum des *Plethysmogramms* und erleichtern die Darstellung der maximalen Änderung der *Lungenimpedanz*. Das *Plethysmogramm* (9.3) wird mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung auf dem LuMon™ Monitor dargestellt und zeigt daher lediglich relative Änderungen der *Lungenimpedanz*. Demzufolge wird nicht der absolute Betrag der atmungs- und herzbedingten Änderungen der *Lungenimpedanz* angezeigt, ihr Grössenverhältnis zueinander lässt sich jedoch darstellen, wie in Tabelle 8-1 aufgeführt.

Tabelle 8-1: Anleitung, um die Eignung des gewählten Analysemodus zu prüfen; Erläuterung der Farben unterhalb der Tabelle

Atemmuster	Regelmässig	unregelmässig und/oder schwach	nicht sichtbar oder nicht vorhanden
Maximale Änderung der Lungenimpedanz Die *Plethysmogramme* in den Beispielen und auf dem LuMon™ Monitor haben eine automatische Skaleneinteilung.	(a) hauptsächlich atmungsbedingt herzbedingte Änderungen nicht sichtbar	(c) hauptsächlich atmungsbedingt herzbedingte Änderungen nicht sichtbar	(e) hauptsächlich durch Änderungen des Lungenvolumens bedingt herzbedingte Änderungen sichtbar; atmungsbedingte Änderungen nicht sichtbar
	(b) hauptsächlich atmungsbedingt herzbedingte Änderungen sichtbar	(d) atmungs- und herzbedingt  atmungs- und herzbedingte Änderungen sichtbar	(f) hauptsächlich herzbedingt oder durch Signalrauschen verursacht  atmungsbedingte Änderungen nicht sichtbar
Atemzüge erkannt	Häufig	häufig bis selten	selten
RRi-Werte verfügbar	Häufig	häufig bis selten	selten
BB-Modus Für jeden erkannten Atemzug stehen *atmungsbezogene EIT-Bilder* und *Indizes* zur Verfügung			keine Daten verfügbar
TB-I-Modus *Atmungsbezogene EIT-Bilder* und *Indizes* alle 15 Sekunden verfügbar			verfügbare Daten möglicherweise nicht aussagekräftig
TB-II-Modus *Belüftung* alle 15 Sekunden verfügbar			

Erläuterung der Farben:

Modus insgesamt geeignet
Modus insgesamt nicht geeignet

Der BB-Modus eignet sich zur Analyse von Episoden, in denen das *Plethysmogramm* (9.4) eine recht regelmässige Atmung zeigt, also wenn die meisten Atemzüge zuverlässig erkannt werden können (9.5) und häufig RRi-Werte (9.6) verfügbar sind. Gewöhnlich ist das der Fall bei beatmeten Patienten oder bei spontan

atmenden Patienten mit einem regelmässigen Atemmuster, das sich durch regelmässige *Atemfrequenzen* und Tidalvolumina auszeichnet. Je weniger regelmässig und/oder je schwächer die atmungsbedingten Änderungen der *Lungenimpedanz* sind, desto weniger Atemzüge erkennt das LuMon™ System und desto schlechter ist der *BB-Modus* geeignet.

Der TB-I-Modus eignet sich zur Analyse von Episoden, in denen die Minima und Maxima des *Plethysmogramms* (9.4) und somit die maximalen *Lungenimpedanz*änderungen, die in den *Analyseintervallen* festgestellt werden, häufig atmungsbedingt sind. Das umfasst nicht nur Episoden, in denen sich der *BB-Modus* eignet, sondern auch Episoden, in denen das *Plethysmogramm* Atemmuster zeigt, die (erhebliche) Schwankungen in Amplitude und/oder Frequenz aufweisen. Das kann beispielsweise der Fall sein bei spontan atmenden Patienten mit unregelmässiger Atemfrequenz und/oder schwankendem Tidalvolumen oder bei recht flach atmenden Patienten. In diesen Fällen ist die Erkennung von Atemzügen (9.5) möglicherweise behindert und die RRi-Berechnung (9.6) oft nicht möglich.

Der TB-II-Modus eignet sich immer, selbst zur Analyse von Episoden, in denen die Minima und Maxima des *Plethysmogramms* (9.4) und somit die maximalen *Lungenimpedanz*änderungen, die in den *Analyseintervallen* festgestellt werden, nicht atmungsbedingt sind. Das umfasst nicht nur Episoden, in denen sich der *TB-I-Modus* eignet, sondern auch Episoden, in denen das *Plethysmogramm* ein sehr schwaches oder unklares Atemmuster zeigt und stattdessen von nicht atmungsbedingten *Lungenimpedanz*änderungen charakterisiert ist, beispielsweise herzbedingten *Lungenimpedanz*änderungen. Das kann beispielsweise der Fall sein bei sehr flach atmenden Patienten, bei Patienten, die mit höheren Frequenzen als nur ein paar Hertz beatmet werden, bei Patienten mit extrakorporaler Lungenunterstützung oder bei Apnoe oder Atempausen. In diesen Fällen sind die Erkennung von Atemzügen (9.5) und die RRi-Berechnung (9.6) in der Regel nicht möglich.

Im *BB-Modus* werden *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes* nur berechnet, wenn ein Atemzug erkannt wird. Im *TB-I-Modus* dagegen werden diese Daten alle 15 Sekunden berechnet, also auch wenn die in den *Analyseintervallen* erkannten maximalen *Lungenimpedanz*änderungen nicht atmungsbedingt sind. Beachten Sie, dass die *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes*, die im *TB-I-Modus* erstellt werden, in diesem Fall nicht immer physiologisch aussagekräftig sind. Bedenken Sie auch, dass die *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes* im *BB-Modus* von denen im *TB-I-Modus* abweichen können. Ausserdem stehen *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes* im *TB-II-Modus* nicht zur Verfügung, stattdessen wird die *Belüftung* angezeigt.

VORSICHT

Im *TB-I-Modus* wird davon ausgegangen, dass die Werte für Minimum und Maximum und somit auch die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz*, die in den *Analyseintervallen* festgestellt werden, unabhängig von Betrag oder Frequenz der Änderungen der *Lungenimpedanz* mit der Atmung korrelieren, genauer gesagt mit den Zeitpunkten von Exspirationsende und Inspirationsende. Um Fehlinterpretationen der Daten zu vermeiden, machen Sie sich bewusst, dass *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes*, die im *TB-I-Modus* erstellt werden, nicht immer physiologisch aussagekräftig sind.

Verwenden Sie die Trendansicht der VentView-Anzeige (Abbildung 6-14), um wie oben erläutert und in Tabelle 8-1 zusammengefasst zu prüfen, ob sich ein *Analysemodus* eignet. Diese Ansicht zeigt unabhängig vom gerade gewählten *Analysemodus* Folgendes:

- das *Plethysmogramm* (9.4)
  - im *BB-Modus* (Abbildung 9-9) mit:
    - zwei durchgezogenen schwarzen senkrechten Linien, die Anfang und Ende des zuletzt erkannten Atemzugs markieren und ausserdem die beiden letzten Zeitpunkte der Exspiration und die entsprechenden Minima des *Plethysmogramms* angeben
    - einer gestrichelten senkrechten Linie, die das Ende der Inspiration und das entsprechende Maximum des *Plethysmogramms* innerhalb des letzten erkannten Atemzugs angibt
  - in den *zeitbezogenen Modi* (Abbildung 9-10, Abbildung 9-11) mit:
    - zwei durchgezogenen schwarzen senkrechten Linien, die Anfang und Ende des zuletzt abgeschlossenen *Analyseintervalls* mit einer Dauer von 15 Sekunden angeben
    - zwei gestrichelten schwarzen senkrechten Linien, die das Minimum und Maximum des *Plethysmogramms* innerhalb des *Analyseintervalls* angeben
- den RRi-Wert (entweder den letzten berechneten Wert oder „--“, wenn kein Wert berechnet werden kann (9.6))
- den RRi-Trend, in dem etwaige Lücken für Episoden stehen, in denen kein RRi-Wert berechnet werden konnte

A. Wenn folgende Voraussetzungen gemäss Beispiel (a) und (b) in Tabelle 8-1 gelten:

- die Minima und Maxima werden durch die oben beschriebenen gestrichelten schwarzen senkrechten Linien gekennzeichnet und die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz* sind damit hauptsächlich atmungsbedingt,
- das *Plethysmogramm* zeigt ein regelmässiges Atemmuster,

- es werden häufig Atemzüge erkannt (entsprechende Markierungen sind nur im *BB-Modus* zu sehen),
- der RRi-Wert ist häufig verfügbar und
- es ist nicht wahrscheinlich, dass das Atemmuster des Patienten unregelmässiger und/oder schwächer wird: Dann eignen sich alle drei Modi, empfohlen wird der BB-Modus.

B. Wenn folgende Voraussetzungen gemäss Beispiel (c) und (d) in Tabelle 8-1 gelten:

- die Minima und Maxima werden durch die oben beschriebenen schwarzen senkrechten Linien gekennzeichnet und die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz* sind damit atmungsbedingt,
- das *Plethysmogramm* zeigt ein unregelmässiges und/oder schwaches Atemmuster mit deutlich erkennbaren herzbedingten *Lungenimpedanz*änderungen,
- es werden häufig bis selten Atemzüge erkannt (entsprechende Markierungen sind nur im *BB-Modus* zu sehen),
- der RRi-Wert ist häufig bis selten verfügbar und
- es ist nicht wahrscheinlich, dass das Atemmuster des Patienten unregelmässiger und/oder schwächer wird: Dann eignen sich beide *zeitbezogenen Modi*, empfohlen wird der TB-I-Modus.

C. Wenn folgende Voraussetzungen gemäss Beispiel (e) und (f) in Tabelle 8-1 gelten:

- die Minima und Maxima werden durch die oben beschriebenen schwarzen senkrechten Linien gekennzeichnet und die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz* sind damit nicht atmungsbedingt,
- das *Plethysmogramm* zeigt kein Atemmuster,
- es werden selten Atemzüge erkannt (entsprechende Markierungen sind nur im *BB-Modus* zu sehen),
- der RRi-Wert ist nur selten verfügbar und
- es ist nicht wahrscheinlich, dass das Atemmuster des Patienten regelmässiger und/oder schwächer wird: Dann eignet sich nur der TB-II-Modus.

HINWEIS

Wenn sich im *TB-I-Modus* das *Dehnungsbild* (Abbildung 6-9) oder die *Abbildung der Silent Spaces* (Abbildung 6-11) alle 15 Sekunden in scheinbar zufälliger Weise aktualisiert, dann sind die maximalen *Lungenimpedanz*änderungen, die in den *Analyseintervallen* erkannt werden, wahrscheinlich nicht atmungsbedingt. Erwägen Sie in diesem Fall den Wechsel in den *TB-II-Modus*.

HINWEIS

Unabhängig vom gerade gewählten *Analysemodus* analysiert das LuMon™ System im Hintergrund permanent die gemessenen *EIT-Rohdaten* für alle *Analysemodi* und speichert die für jeden Modus ermittelten Ergebnisse oder zeigt sie an. Die Auswahl des *Analysemodus* legt nur fest, für welchen Modus die berechneten Ergebnisse in Echtzeit angezeigt werden und daher zur Prüfung in den Trends zur Verfügung stehen. Durch die Auswahl eines anderen *Analysemodus* können Sie daher jederzeit die Ergebnisse einsehen, die mit den anderen Modi in den Trends ermittelt wurden. Falls der gewählte *Analysemodus* während einer Monitoring-Episode nicht geeignet war, ist es durch diese Funktion möglich, für diese Monitoring-Episode Trenddaten anzuzeigen, die für einen anderen, möglicherweise besser geeigneten *Analysemodus* ermittelt wurden.

Um festzustellen, wie gut sich ein *Analysemodus* zur Prüfung einer Episode bereits aufgezeichneter Trenddaten eignet, prüfen Sie zuerst den RRi-Trend für den betreffenden Zeitbereich. Wenn in dem geprüften Zeitbereich der RRi-Wert

- häufig verfügbar ist, dann sind alle drei Modi geeignet.
- lediglich oft bis selten oder sogar nie verfügbar ist, dann ist der *BB-Modus* zunehmend ungeeignet, der TB-I-Modus ist möglicherweise geeignet und der TB-II-Modus ist geeignet. Um zu prüfen, ob in dieser Situation der *TB-I-Modus* ebenfalls geeignet ist, öffnen Sie die Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung" (Abbildung 6-10) und bewegen Sie eine der Markierungen langsam durch den zu prüfenden Zeitbereich. Wenn sich das *Dehnungsbild*, das in der Miniaturversion der Detailansicht „Dehnung" dargestellt wird, beim Verschieben der Markierung in scheinbar zufälliger Weise ändert, dann eignet sich der *TB-I-Modus* nicht zur Prüfung dieser Episode.

9 WÄHREND DES PATIENTEN-MONITORINGS

Das Monitoring beginnt, wenn ein ordnungsgemäss am Patienten angelegter Gurt über einen Gurt-Konnektor mit einem eingeschalteten LuMon™ Monitor verbunden wird (7.5).

> HINWEIS
> Das LuMon™ System dient nicht zur Diagnose und wurde nur als Hilfsmittel zur Patientenbeurteilung konzipiert. Es muss immer in Verbindung mit weiteren klinischen Zeichen und Symptomen verwendet werden.

Als Einführung zu diesem Kapitel werden in den Abschnitten 9.1, 9.2 und 9.3 verschiedene besondere Funktionen des LuMon™ Systems bzw. allgemein der Sentec EIT vorgestellt. Abschnitt 9.1 erläutert die patientenspezifischen, aus CT-Bildern abgeleiteten Thorax- und Lungenmodelle, die im LuMon™ System verwendet werden. Warum das LuMon™ System die Lage des Patienten (*Drehung* und *Neigung*) ermittelt und wie es die Lage darstellt, beschreibt Abschnitt 9.2. Abschnitt 9.3 erläutert, wie das LuMon™ System die Qualität der ermittelten *EIT-Rohdaten* und der daraus abgeleiteten *EIT-Daten* fortlaufend auswertet und darstellt.

Abschnitt 9.4 stellt das *globale dynamische Bild* und das *Plethysmogramm* vor. Die *globalen dynamischen Bilder* zeigen in filmartigen Sequenzen die regionalen Impedanzschwankungen innerhalb der *Thorax-ROI*. Betrachtet man nur die *Lungenpixel*, zeigt das *Plethysmogramm* die relativen Schwankungen der *Lungenimpedanz* (d. h. die Summe der Impedanz aller *Lungenpixel*) im zeitlichen Verlauf. Die Erkennung von Atemzügen (9.5) stützt sich auf die Dynamik des *Plethysmogramms*. Die Ermittlung der *Atemfrequenz* (9.6) und – mit Ausnahme der *Belüftung* – aller anderen *EIT-Bilder* und *Indizes* des LuMon™ Systems stützt sich auf erkannte Atemzüge. Die Ermittlung der oben genannten Daten auf der Grundlage der erkannten Atmung wird hier als *atmungsbezogen* („breath-based", BB) bezeichnet. Die auf dieser Grundlage ermittelten *EIT-Bilder* und *Indizes* sind *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes*. Um *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes* zu ermitteln, kann der Bediener auch eine *zeitbezogene* („time-based", TB) *Analyse* wählen, beispielsweise wenn Atemzüge nicht leicht zu erkennen sind. Abschnitt 9.7 erläutert die verschiedenen *Analysemodi*, die zur Auswahl stehen. Die Abschnitte 9.8, 9.9 und 9.10 beschreiben die *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes*.

Die Abschnitte 9.10 und 9.11 beschreiben die Optionen, Bedienerereignisse zu markieren, Screenshots auf einem USB-Speichermedium zu speichern bzw. Daten auf einen USB-Speichermedium aufzuzeichnen oder zu exportieren.

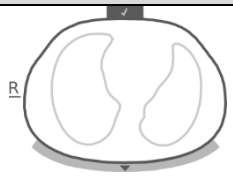
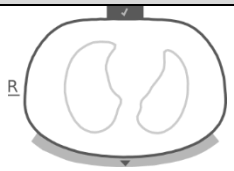
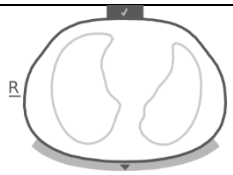
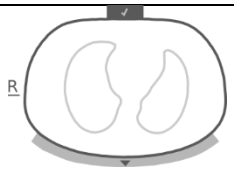
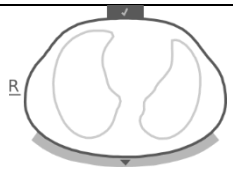
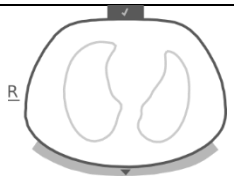
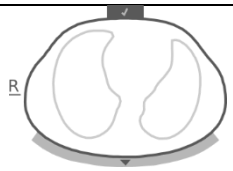
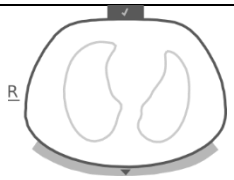
9.1 Auswahl patientenspezifischer, aus CT-Bildern abgeleiteter Thorax- und Lungenmodelle

Das LuMon™ System nutzt Thorax- und Lungenmodelle, die auf der Grundlage von computertomografischen (CT) Bildern erstellt wurden, um die gemessenen und angezeigten Bilder wie im Folgenden beschrieben zu optimieren. Erstens hat sich die Rekonstruktion der durch anatomische Daten ergänzten *EIT-Bilder* gegenüber der nicht individualisierten Rekonstruktion als überlegen erwiesen [5]. Und zweitens kann das LuMon™ System anhand von *Thorax-* und *Lungen-ROI*, die dem am besten zu den tatsächlichen Daten des jeweiligen Patienten passenden Thorax- und Lungenmodell entsprechen, die Bildpixel ermitteln, die mit der höchsten Wahrscheinlichkeit Bereiche innerhalb des Thorax und vor allem innerhalb der Lunge des Patienten darstellen. In diesem Zusammenhang werden Pixel innerhalb der *Thorax-ROI* als *Thoraxpixel* und innerhalb der *Lungen-ROI* als *Lungenpixel* bezeichnet (0). Wir weisen darauf hin, dass das LuMon™ System für die angezeigten Daten ausschliesslich die Impedanzwerte der *Lungenpixel* auswertet, ausgenommen das *globale dynamische Bild* (9.4). Die *Lungenimpedanz* beispielsweise ist die Gesamtimpedanz innerhalb der *Lungen-ROI* eines bestimmten Einzelbilds, d. h. die Summe der Impedanzwerte aller *Lungenpixel* (0).

In der Konfiguration für Erwachsene und Kinder sind für weibliche und männliche Patienten verschiedene aus CTs ermittelte Thorax- und Lungenmodelle für eine grosse BMI-Bandbreite (Body Mass Index) verfügbar.

Abbildung 9-1 zeigt für einige Modelle die zugehörigen *Thorax-* und *Lungenkonturen*, d. h. die Grenzen der *Thorax-* und *Lungen-ROI*. Die Beispiele zeigen deutlich, dass die *Thorax-* und *Lungenkonturen* für Frauen und Männer unterschiedlich sind und bei beiden Geschlechtern in Grösse und Form vor allem vom BMI abhängen. Da die Breite der *Thoraxkontur* in den *EIT-Bildern* immer im gleichen Massstab skaliert wird, wird die dargestellte *Lungen-ROI* mit zunehmendem BMI kleiner, obwohl in diesem Fall in der Realität vor allem die Thoraxgrösse zunimmt. Aus diesem Grund sind auch Grösse und Form der *Thorax-* und *Lungenkonturen* bei Patienten mit ähnlichem BMI, aber unterschiedlicher Körpergrösse ähnlich.

Abbildung 9-1: Thorax- und Lungenkonturen für unterschiedliche Thorax- und Lungenmodelle

Geschlecht	Grösse	BMI ca. 14,5	BMI ca. 40,5
Weiblich	165 cm		
Weiblich	195 cm		
Männlich	165 cm		
Männlich	195 cm		

Um in der Konfiguration für Erwachsene/Kinder das für einen konkreten Patienten am besten geeignete Thorax- und Lungenmodell zu wählen, müssen Sie das Geschlecht des Patienten, das tatsächliche Körpergewicht (nicht die Magermasse oder das Idealgewicht) und die Körpergrösse im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7) eingeben, wenn Sie das Monitoring für einen neuen Patienten starten (0). In der Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge wird nur ein einziges CT-basiertes Thorax- und Lungenmodell verwendet. Daher sind die *Thorax- und Lungenkonturen* für die verschiedenen *EIT-Bilder* für alle Patienten identisch.

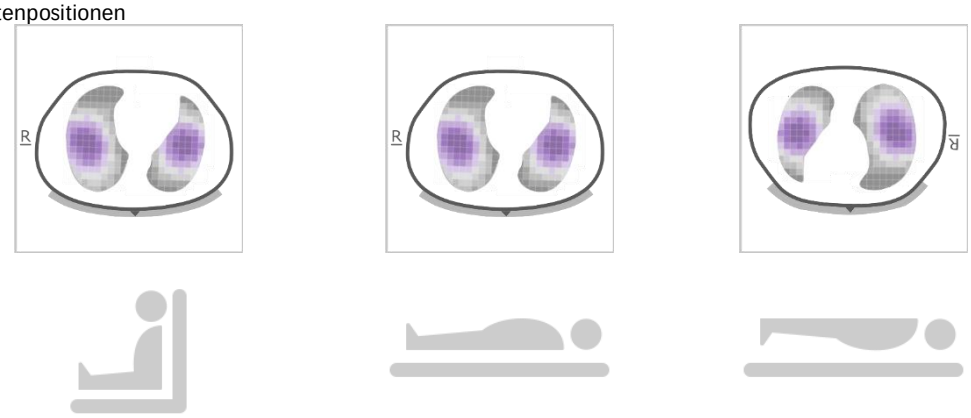
Die vom LuMon™ System verwendeten Thorax- und Lungenmodelle gehen ausserdem von bestimmten Positionen der 32 Elektroden um den Thorax des Patienten aus. Um optimale Daten zu erhalten, ist es daher sehr wichtig, dem Patienten den Gurt in der empfohlenen Grösse ordnungsgemäss anzulegen (8) und während des Monitorings die Gurtposition regelmässig (mindestens alle 8 Stunden) zu überprüfen (8.4). Damit sich der Gurt nicht unbeabsichtigt in seiner Position um den Thorax des Patienten verschiebt, was undefinierte Elektrodenpositionen zur Folge hätte, haben die Gurte für Erwachsene und Kinder (SensorBelts/LuMon™ Belts Adult (5.3.1/**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)) Schulterriemen. Die Gurte für Neugeborene und Säuglinge (LuMon™ Belts (5.3.2)) haben keine Schulterriemen. Daher kann es passieren, dass sich der Gurt bei Neugeborenen und Säuglingen unbeabsichtigt verdreht oder verschiebt und nicht mehr in der optimalen Position am Thorax sitzt. Um die Elektrodenpositionen am Thorax von Neugeborenen und Säuglingen so genau wie möglich zu ermitteln, müssen Sie daher den sogenannten Versatz des Gurts messen und im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7) eingeben, wenn Sie einen SensorBelt (0) oder LuMon™ Belt (8.2, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) anlegen. Während des Monitorings müssen Sie den Versatz mindestens alle 8 Stunden überprüfen und bei Bedarf anpassen (8.4). In der Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge berücksichtigt das LuMon™ System auch die Grösse des angeschlossenen Gurts und den vollen Unterbrustumfang des Patienten, um die Elektrodenpositionen zu ermitteln. Sie müssen den vollen Unterbrustumfang ebenfalls messen und im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" (Abbildung 6-7) eingeben, wenn Sie den Gurt anlegen und das Monitoring in der Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge starten (8.2).

9.2 Berücksichtigung der Lage des Patienten

Es ist allgemein bekannt, dass physiologische und pathophysiologische Phänomene von der Schwerkraft beeinflusst werden (z. B. [6]). Damit der Benutzer bei der Bewertung der aktuellen oder früheren Trenddaten den Einfluss der Schwerkraft auf die Lungenmechanik und die Verteilung der Belüftung besser berücksichtigen kann, misst, visualisiert und erfasst das LuMon™ System die Lage des Patienten (*Drehung* und *Neigung*) fortlaufend. Ausserdem berücksichtigt das LuMon™ System die gemessene *Drehung* bei der Berechnung der *Dependent Silent Spaces* (DSS), der *Nondependent Silent Spaces* (NSS) sowie der vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)). Zu diesem Zweck sind der SensorBeltConnector (5.2.1) und der LuMon™ Belt (5.3.2/5.3.3) mit einem Positionssensor ausgestattet.

Um die gemessene *Drehung* anzugeben, drehen sich alle *EIT-Bilder* und das Symbol „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung" in der Statusleiste (6.6.1) mit dem Patienten. Die *Neigung* wird über das Symbol „Neigung" in der Statusleiste (6.6.1) und in der ScoutView-Anzeige (6.2) angegeben. Abbildung 9-2 zeigt, wie die Lage des Patienten in der ScoutView-Anzeige dargestellt wird. Der Buchstabe „R" neben dem *EIT-Bild* kennzeichnet die rechte Seite des Patienten. Abschnitt 6.5.1 enthält eine Beschreibung weiterer gemeinsamer Elemente und Merkmale der *EIT-Bilder*.

Abbildung 9-2: Darstellung von Drehung und Neigung in der ScoutView-Anzeige (6.2) für drei verschiedene Patientenpositionen

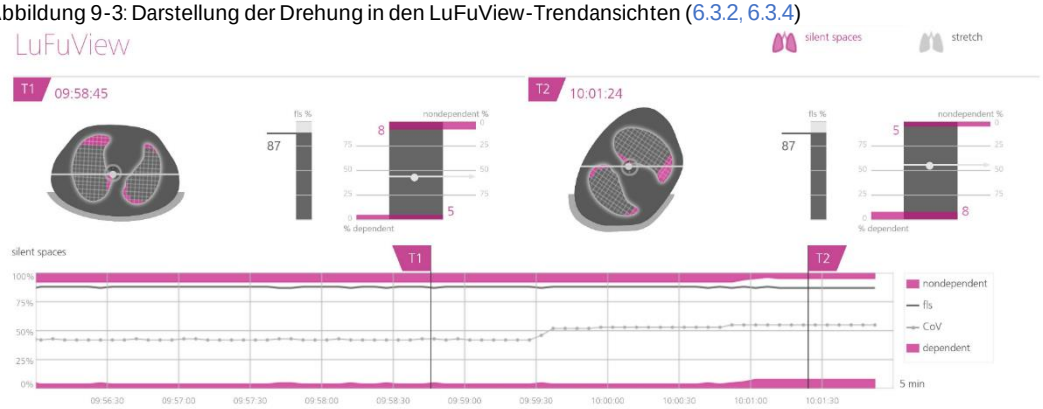


Aufrechte Position	Rückenlage	Bauchlage
Nicht definierte *Drehung* / 90° *Neigung*	0° *Drehung* / 0° *Neigung*	180° *Drehung* / 0° *Neigung*

> **HINWEIS**
> Die dargestellte *Drehung* und der vom Symbol für die „Neigung" abgedeckte Winkelbereich (6.6.1) geben die ungefähre Lage des Patienten bis auf +/–10° genau an.

Wie in Abbildung 9-3 für die Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces" dargestellt, zeigen die *EIT-Bilder*, die in der LuFuView-Trendansicht in den Miniaturversionen der Detailansicht angezeigt werden (6.3.2, 6.3.4) die *Drehung* zu den Zeitpunkten T1 und T2. Im abgebildeten Beispiel befand sich der Patient bei T1 in Rückenlage und bei T2 in Seitenlage links. Wenn Sie die Markierungen bei Zeitpunkten mit unterschiedlicher *Drehung* setzen, sehen Sie die geänderte Darstellung der *Drehung* in den entsprechenden *EIT-Bildern* und *Indizes* und können auf diese Weise die Verteilung der Belüftung beurteilen.

Abbildung 9-3: Darstellung der Drehung in den LuFuView-Trendansichten (6.3.2, 6.3.4)



Ein sehr wichtiger Punkt zum Abschluss: Machen Sie sich bewusst, dass die Unterteilung der *Silent Spaces* in *Dependent Silent Spaces* (DSS) und *Nondependent Silent Spaces* (NSS) sowie die Ermittlung der vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)) von der angezeigten *Drehung* abhängen (siehe auch Abbildung 9-17).

> **VORSICHT**
> Um Fehlinterpretationen der Ergebnisse zu vermeiden, machen Sie sich bewusst, dass die *Dependent Silent Spaces*, die *Nondependent Silent Spaces* sowie die vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)) weniger aussagekräftig sind, wenn der Schwerkraftvektor ungefähr senkrecht auf dem untersuchten Thoraxquerschnitt steht, der durch die *Gurtebene* definiert wird. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn der Patient steht oder aufrecht sitzt.

9.3 Qualität der berechneten EIT-Daten

Das LuMon™ System wertet die Qualität der gemessenen *EIT-Rohdaten* und der daraus ermittelten *EIT-Bilder*, *Indizes* und *Atemfrequenz*werte fortlaufend aus. Das Ergebnis dieser Auswertung dient dazu, die Qualität der angezeigten *EIT-Daten* festzulegen und/oder Statusmeldungen und verschiedene Qualitätsanzeigen anzuzeigen.

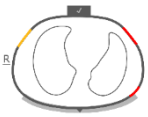
Da uneingeschränkt funktionstüchtige Elektroden Voraussetzung für die Erstellung von *EIT-Daten* sind, ermittelt das LuMon™ System fortlaufend die Qualität des Hautkontakts aller 32 Elektroden im Gurt und teilt sie ein in Elektroden mit ausreichendem, mangelhaftem oder unzureichendem Hautkontakt. Elektroden mit unzureichendem Hautkontakt werden als *fehlerhafte Elektroden* bezeichnet. Wegen der zu hohen Hautkontakt-Impedanz werden mit *fehlerhaften Elektroden* keine EIT-Messungen durchgeführt.

Wie in Abbildung 9-4 gezeigt, wird die ermittelte Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut um den Thorax auf zwei Arten optisch dargestellt:

- in Quadranten von je 8 Elektroden im Symbol „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung“ (6.6.1). Dabei gilt:
  - Quadranten ohne oder mit der einzigen *fehlerhaften Elektrode* werden (bei keinen weiteren *fehlerhaften Elektroden* in den anderen Quadranten) grau dargestellt.
  - Quadranten oder mit einer *fehlerhaften Elektrode* werden (bei mindestens einer weiteren *fehlerhaften Elektrode* in den anderen Quadranten) gelb dargestellt.
  - Quadranten mit mindestens zwei *fehlerhaften Elektroden* werden rot dargestellt.
- mit zwölf Elektrodensegmenten entlang der *Thoraxkontur* im *globalen dynamischen Bild* in der ScoutView-Anzeige (6.6.4). Dabei gilt:
  - Elektrodensegmente, in denen alle Elektroden einen ausreichenden Hautkontakt haben, werden grau dargestellt.
  - Elektrodensegmente, in denen mindestens eine Elektrode einen schlechten Hautkontakt hat, werden gelb dargestellt.
  - Elektrodensegmente mit mindestens einer *fehlerhaften Elektrode* (d. h. mit unzureichendem Hautkontakt) werden rot dargestellt.

Abbildung 9-4: Darstellung der Qualität des Hautkontakts um den Thorax

Qualität des Hautkontakts im Symbol „Gurt-Verbindung/Hautkontakt/Drehung“ (6.6.1). Im abgebildeten Beispiel gibt es im rechten ventralen Quadranten mindestens zwei *fehlerhafte Elektroden*.



Qualität des Hautkontakts dargestellt auf der *Thoraxkontur* des *globalen dynamischen Bilds* in der ScoutView-Anzeige (6.6.4). Im abgebildeten Beispiel gibt es in zwei Elektrodensegmenten mindestens eine *fehlerhafte Elektrode*, und in einem Segment gibt es mindestens eine Elektrode mit schlechtem Hautkontakt.

Je mehr *fehlerhafte Elektroden* es in einem Gurt gibt, desto weniger Spannungsmessungen kann das LuMon™ System pro Einzelbild für die Erzeugung der *EIT-Bilder* verwenden. Das Symbol für den Status der Signalqualität (6.6.1) gibt den *Signalqualität-Index* an, d. h. die Anzahl der verwertbaren Spannungsmessungen pro Einzelbild als Anteil der möglichen Spannungsmessungen. Ein Monitoring ist bei starker, ausreichender oder schlechter Signalqualität möglich. Bei unzureichender Signalqualität ist kein Monitoring möglich. Das ist der Fall, wenn es mehr *fehlerhafte Elektroden* gibt, als das LuMon™ System kompensieren kann, oder während sich das LuMon™ System nach einer deutlichen Änderung der Qualität des Kontakts zwischen Gurt und Haut oder der Anzahl *fehlerhafter Elektroden* gerade neu kalibriert (4.3, 6.6.4).

Wenn kein Monitoring möglich ist (z. B. wegen zu vieler *fehlerhafter Elektroden* oder weil gerade eine Systemkalibrierung läuft (6.6.4), wenn weder ein Gurt-Konnektor noch ein Gurt angeschlossen ist (6.6.3) oder bei verschiedenen Systemfehlern und Störungszuständen (6.6.2)), werden alle angezeigten *EIT-Daten* vom LuMon™ System für ungültig erklärt und

- die gemeinsamen *EIT-Bild*elemente werden verschwommen dargestellt (6.5.1)

- die Aktualisierung/Anzeige des *globalen dynamischen Bilds* und des *Plethysmogramms* wird gestoppt
- die zuletzt gemessene *Dehnung*, die *Abbildungen der Silent Spaces*, die zugehörigen Histogramme und Balkendiagramme sowie die Werte der *Indizes* und der *Atemfrequenz* werden noch 40 Sekunden lang angezeigt. Anschliessend werden die *Dehnung*, die *Abbildungen der Silent Spaces*, die zugehörigen Histogramme und Balkendiagramme sowie alle *Indizes* gelöscht und statt der letzten gemessenen *Atemfrequenz* wird „--" angezeigt.

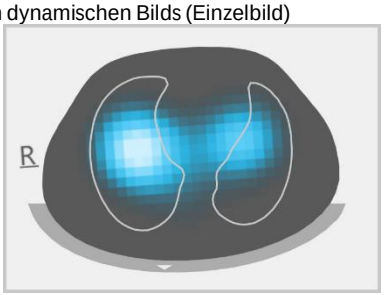
In Situationen, in denen ein Monitoring möglich ist, das LuMon™ System aber keinen Atemzug erkennen kann (9.5), oder wenn die *Atemfrequenz* ausserhalb eines bestimmten Anzeigebereichs liegt (13.1), wird die letzte berechnete *Atemfrequenz* in allen *Analysemodi* noch 40 Sekunden lang angezeigt und dann durch „--" ersetzt. Falls der LuMon™ Monitor in diesem Fall im *BB-Modus* betrieben wird, werden die letzte gemessene *Dehnung* und die *Abbildungen der Silent Spaces*, die zugehörigen Histogramme und Balkendiagramme sowie alle *Index*werte noch 40 Sekunden lang angezeigt und dann gelöscht.

9.4 Globale dynamische Bilder und Plethysmogramm

Die VentView-Detailansicht (6.4.1) und die minimierte VentView-Anzeige (Abbildung 6-1) zeigen die *globalen dynamischen Bilder* und das *Plethysmogramm* an. *Globale dynamische Bilder* werden auch in der ScoutView-Anzeige angezeigt (Abbildung 6-6). Das *Plethysmogramm* wird mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung dargestellt. Der im *Plethysmogramm* angezeigte Zeitbereich kann zwischen 10 Sekunden und 5 Minuten eingestellt werden (Tabelle 6-8).

Ungefähr 50 Mal pro Sekunde ermittelt das LuMon™ System die Impedanzverteilung in der *EIT-sensitiven Region* aus den gemessenen *EIT-Rohdaten*, ordnet diese Impedanzverteilung der *Gurtebene* zu und zeigt dann die ermittelte regionale Verteilung der Impedanz in der *Thorax-ROI* als fortlaufend aktualisierte Serie von *globalen dynamischen Bildern* an, die wie ein Film wirkt. Zur übersichtlicheren Darstellung zeigen die einzelnen *globalen dynamischen Bilder* (Abbildung 9-5) die regionale Impedanzverteilung in der *Thorax-ROI* als Differenz zu einer dynamischen Ausgangslage der Impedanzverteilung an. Dabei stehen dunklere Blautöne für kleine und hellere bis weisse Töne für grössere Impedanzänderungen im Vergleich zur Ausgangslage.

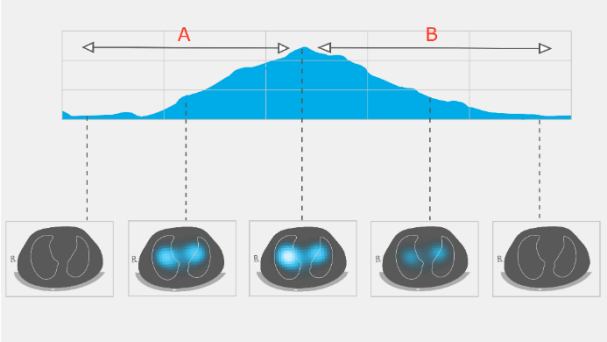
Abbildung 9-5: Beispiel eines globalen dynamischen Bilds (Einzelbild)



HINWEIS
Die *Lungenkonturen* werden im *globalen dynamischen Bild* zur besseren Visualisierung der *Drehung* eingeblendet. Da atmungsbedingte Impedanzänderungen vor allem in der *Lungen-ROI* auftreten sollten, unterstützt die Darstellung der *Lungenkonturen* in den *globalen dynamischen Bildern* darüber hinaus die Bewertung der Qualität und Plausibilität der Messungen (9.3).

Die Farbänderungen, die sich daraus ergeben, lassen sich im *globalen dynamischen Bild* wie ein Film verfolgen und stellen die regionalen Impedanzänderungen in der *Thorax-ROI* über die Zeit dar. Ein Beispiel: Die fünf *globalen dynamischen Bilder* unten in Abbildung 9-6 zeigen typische Farbänderungen, wie sie während eines Beispiel-Atemzugs bei normaler Atmung zu sehen sein können, d. h. eine relativ konstante Frequenz und ein Inspirationsvolumen, das ein normales Atemminutenvolumen ergibt. Zu Beginn der Inspiration (linkes Bild) sind alle Pixel dunkel gefärbt. Während der Inspiration werden die meisten Pixel innerhalb oder nahe der *Lungenkontur* allmählich heller und haben am Ende der Inspiration ihre hellste Färbung erreicht (mittleres Bild). Während der anschliessenden Exspiration werden die Pixel allmählich wieder dunkler und sind am Ende der Exspiration (rechtes Bild) wieder alle dunkel.

Abbildung 9-6: Globale dynamische Bilder und das zugehörige Plethysmogramm für einen Beispiel-Atemzug (siehe Text)

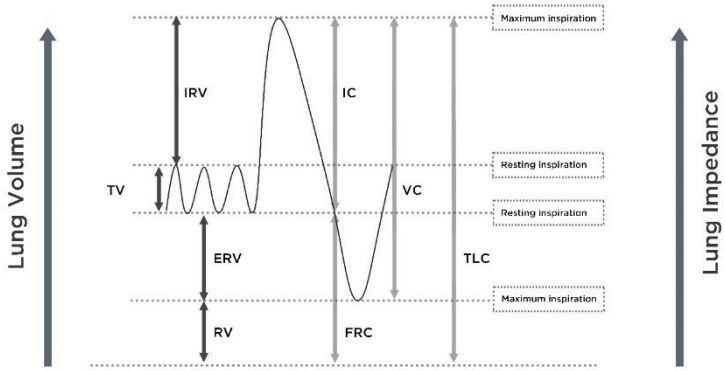


A. Inspiration
B. Exspiration

Das oberhalb der fünf *globalen dynamischen Bilder* gezeigte *Plethysmogramm* in Abbildung 9-6 zeigt, wie sich die *Lungenimpedanz* während des beschriebenen Beispiel-Atemzugs ändert. Zu Beginn der Inspiration hat die *Lungenimpedanz* ihren kleinsten Wert, steigt während der Inspiration an und hat am Ende der Inspiration ihren grössten Wert erreicht. Während der Exspiration nimmt die *Lungenimpedanz* ab, bis sie am Ende der Exspiration wieder ihren kleinsten Wert erreicht hat.

Es ist allgemein bekannt [4], dass die Impedanzschwankungen innerhalb des Thorax und besonders in den durch die *Lungen-ROI* gekennzeichneten Bereichen hauptsächlich auf die Lungenfunktion – Luft strömt in die Lungen, verteilt sich und strömt wieder heraus – zurückzuführen sind und in geringerem Masse auf die Perfusion und die Herztätigkeit. Bei normaler Atmung, wie im Beispiel in Abbildung 9-6, korrelieren die Farbänderungen in der Filmsequenz der *globalen dynamischen Bilder* mit den regionalen Änderungen des Luftgehalts in der Lunge bzw. dem Lungenvolumen. Daher entsprechen die Änderungen der *Lungenimpedanz* über die Zeit, die im *Plethysmogramm* dargestellt werden, bei normaler Atmung im Wesentlichen den Änderungen von Lungenvolumen/Luftgehalt. Im Verlauf der Inspirationen und Exspirationen, wie in Abbildung 9-7, zeigt das *Plethysmogramm* die entsprechenden Änderungen der *Lungenimpedanz*, die mit steigendem Lungenvolumen zu- und mit sinkendem Lungenvolumen abnimmt. So korrelieren die lokalen Minima, die im *Plethysmogramm* zu sehen sind, beim Ausatmen unter Umgebungsdruck mit der funktionellen Residualkapazität (FRC) bei normaler Atmung oder dem Residualvolumen (RV) bei forcierter voller Exspiration.

Abbildung 9-7: Darstellung des Lungenvolumens bei normaler Atmung und forcierter voller Inspiration und Exspiration (Bild adaptiert aus [8]). Die gemessene Lungenimpedanz nimmt mit steigendem Lungenvolumen zu und mit sinkendem Lungenvolumen ab.



Herzbedingte Änderungen der *Lungenimpedanz* betragen bis ca. 1/10 der *Lungenimpedanz*änderungen, die durch die normale Atmung verursacht werden, und sind daher unter Umständen ebenfalls im *Plethysmogramm* zu sehen. In Abbildung 9-6, wo sich kleinere *Lungenimpedanz*änderungen mit der durch einen Atemzug bei normaler Atmung verursachten *Lungenimpedanz*änderung überlagern, ist das der Fall. Es liegt auf der Hand, dass der herzbedingte Anteil bei abnehmendem Tidalvolumen im Verhältnis zu den atmungsbedingten Änderungen der *Lungenimpedanz* allmählich zunimmt. Bei sehr geringem oder nicht vorhandenem Tidalvolumen – etwa bei sehr flach atmenden Patienten, bei Patienten, die mit höheren Frequenzen als nur ein paar Hertz beatmet werden, bei Patienten mit extrakorporaler Lungenunterstützung oder bei Apnoe oder Atempause – ist das *Plethysmogramm* in der Regel von den herzbedingten *Lungenimpedanz*änderungen bestimmt.

VORSICHT
Um eine Fehlinterpretation der Ergebnisse zu vermeiden, beachten Sie, dass die im *Plethysmogramm* dargestellten Änderungen der *Lungenimpedanz* in einigen Situationen weniger auf die Atmung zurückzuführen sein können, sondern vielmehr auf andere Ursachen, etwa die Herztätigkeit. Um Informationen über die Atmung zu erhalten, sollte daher nicht alleine die grafische Darstellung des *Plethysmogramms*, d. h. die *Lungenimpedanzkurve*, herangezogen werden.

HINWEIS
Der LuMon™ Monitor zeigt das *Plethysmogramm* mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung und veranschaulicht daher lediglich relative Änderungen der *Lungenimpedanz*. Demzufolge wird nicht der absolute Betrag der atmungs- und herzbedingten Änderungen der *Lungenimpedanz* angezeigt, das Grössenverhältnis zueinander lässt sich jedoch darstellen.

HINWEIS
Falls Sie nicht sicher sind, ob die *Lungenimpedanz*änderungen im *Plethysmogramm* hauptsächlich atmungsbedingt, herzbedingt oder gemischt sind, hilft es eventuell, das *Plethysmogramm* mit anderen atmungs- oder herzbedingten *Kurven* oder Daten für den Patienten zu vergleichen, die von anderen Geräten stammen, etwa Beatmungsgeräten oder Patientenmonitoren.

HINWEIS
Da der LuMon™ Monitor Frequenzen von mehr als einigen Hertz zum Teil herausfiltert, zeigt das *Plethysmogramm* im LuMon™ Monitor nicht die kleinen Tidalvolumina an, die typisch sind für Patienten unter Hochfrequenzbeatmung mit Oszillation (HFOV) oder anderen Arten der Hochfrequenzbeatmung.

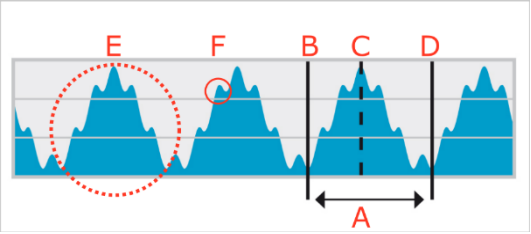
HINWEIS
Die Fähigkeit des LuMon™ Systems, Änderungen des Lungenvolumens festzustellen, hängt von der Grösse der Lunge im Vergleich zum Thorax ab. Da dieses Verhältnis bei allen Altersgruppen ähnlich ist, kann das LuMon™ System bei Neugeborenen viel geringere absolute Änderungen des Lungenvolumens erkennen als bei erwachsenen Patienten.

9.5 Erkennung von Atemzügen

Um Atemzüge zu erkennen, wertet das LuMon™ System unabhängig vom gewählten *Analysemodus* (9.7) fortlaufend den Verlauf des *Plethysmogramms* aus. Wie in Abbildung 9-7 zu sehen ist, soll das *Plethysmogramm* während der inspiratorischen Phase eines Atemzugs eine Zunahme und während der exspiratorischen Phase eine Abnahme zeigen. Paare aufeinanderfolgender Zu- und Abnahmen des *Plethysmogramms* sind mögliche Atemzüge. Paare, die eine Reihe festgelegter Kriterien erfüllen, gelten als Atemzüge, alle anderen nicht. Wie in Abbildung 9-8 gezeigt, markiert der LuMon™ Monitor im *BB-Modus* (9.7.1) den letzten erkannten Atemzug im *Plethysmogramm* mit zwei durchgezogenen senkrechten schwarzen Linien.

Zur Erkennung von Atemzügen verwendet das LuMon™ System festgelegte Kriterien, die so ausgewählt sind, dass bei beatmeten Patienten oder spontan atmenden Patienten mit einem regelmässigen Atemmuster, das sich durch regelmässige Atemfrequenzen und Tidalvolumina auszeichnet, praktisch alle Paare aufeinanderfolgender Zu- und Abnahmen des *Plethysmogramms* als Atemzüge betrachtet werden. Wenn das *Plethysmogramm* jedoch Atemmuster mit (erheblichen) Schwankungen in Amplitude und/oder Frequenz zeigt, wird nur eine veränderliche Anzahl der erkannten Muster (von den meisten bis zu fast keinen) als Atemzüge betrachtet, was die zuverlässige Erkennung von Atemzügen beeinträchtigen kann. Das kann der Fall sein bei spontan atmenden Patienten mit unregelmässiger Atemfrequenz und/oder schwankendem Tidalvolumen oder bei recht flach atmenden Patienten. Falls das *Plethysmogramm* ein sehr schwaches oder unklares Atemmuster zeigt und stattdessen durch nicht atmungsbedingte *Lungenimpedanz*änderungen charakterisiert ist, beispielsweise herzbedingte *Lungenimpedanz*änderungen, erkennt das LuMon™ System in der Regel keine Atemzüge. Das kann beispielsweise der Fall sein bei sehr flach atmenden Patienten, bei Patienten, die mit höheren Frequenzen als nur ein paar Hertz beatmet werden, bei Patienten mit extrakorporaler Lungenunterstützung oder bei Apnoe oder Atempausen.

Abbildung 9-8: Darstellung des letzten erkannten Atemzugs im Plethysmogramm (nur im BB-Modus)



A. Letzter erkannter Atemzug

B. Minimum → Ende der vorhergehenden Exspiration und Beginn der Inspiration

C. Maximum → Ende der Inspiration und Beginn der Exspiration

D. Minimum → Ende der Exspiration und Beginn der nächsten Inspiration

E. Atmungsbedingte Änderungen der *Lungenimpedanz*

F. Herzbedingte Änderungen der *Lungenimpedanz* (hier ca. um den Faktor 6 geringer als die atmungsbedingten Änderungen)

9.6 Atemfrequenz

Die VentView-Detailansicht (6.4.1) und die minimierte VentView-Anzeige (Abbildung 6-1) zeigen die *Atemfrequenz* (RRi) an. Die VentView-Trendansicht verwendet für den RRi-Trend eine automatische Skaleneinteilung (6.4.2).

Auf der Grundlage der erkannten Atemzüge (9.5) berechnet das LuMon™ System die RRi unabhängig vom gewählten *Analysemodus* (9.7) und zeigt sie an. Die Berechnung eines Werts für die *Atemfrequenz* erfordert mindestens drei aufeinanderfolgende erkannte Atemzüge, die einander ähnlich sind. Der angezeigte RRi-Wert ist ein gleitender Mittelwert der letzten vier erkannten Atemzüge.

Wenn das LuMon™ System keinen Atemzug erkennen kann, beispielsweise weil der Patient recht flach atmet oder die berechnete *Atemfrequenz* ausserhalb des angegebenen Anzeigebereichs liegt (13.1), wird der letzte berechnete Wert für die *Atemfrequenz* noch 40 Sekunden lang in allen *Analysemodi* angezeigt und dann durch „--“ ersetzt.

9.7 Analysemodi

Den *Analysemodus* wählen Sie in der ScoutView-Anzeige aus (Abbildung 6-6).

Zum LuMon™ System gehören drei vom Bediener einstellbare Modi zur Auswertung des *Plethysmogramms*. Sie ermitteln die Zeitpunkte von Exspirationsende und Inspirationsende, die für die Berechnung der *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes* sowie des *Plethysmogramm*-Mittelwerts über ein *Analyseintervall* benötigt werden. Der Umfang der zur Verfügung stehenden *EIT-Daten* hängt vom gewählten *Analysemodus* ab. Die *Analysemodi* sind *atmungsbezogen* (BB) bzw. *zeitbezogen* (TB-I und TB-II). Der *BB-Modus* ist die Standardeinstellung nach dem Einschalten.

Es ist wichtig, in folgenden Situationen die Eignung des gewählten *Analysemodus* zu prüfen:

- nach dem Start des Monitorings (7.5)
- während des Monitorings (9) vor der Auswertung *atmungsbezogener EIT-Bilder und Indizes* oder mindestens alle 8 Stunden
- beim Auswerten von Trenddaten

Weitere Informationen dazu finden Sie in Abschnitt 5 und insbesondere in Tabelle 8-1.

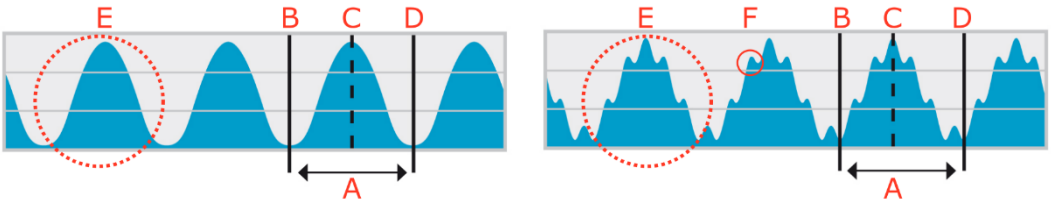
HINWEIS
Atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes stehen im *BB-Modus* und im *TB-I-Modus* zur Verfügung. Allerdings können die im *BB-Modus* ermittelten Bilder von den mit dem *TB-I-Modus* ermittelten Bildern abweichen. Ausserdem stehen *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes* im *TB-II-Modus* nicht zur Verfügung, stattdessen wird die *Belüftung* angezeigt.

HINWEIS
Unabhängig vom gerade gewählten *Analysemodus* analysiert das LuMon™ System im Hintergrund permanent die gemessenen *EIT-Rohdaten* für alle *Analysemodi* und speichert die für jeden Modus ermittelten Ergebnisse oder zeigt sie an. Die Auswahl des *Analysemodus* legt nur fest, für welchen Modus die berechneten Ergebnisse in Echtzeit angezeigt werden und daher zur Prüfung in den Trends zur Verfügung stehen. Durch die Auswahl eines anderen *Analysemodus* können Sie daher jederzeit die Ergebnisse einsehen, die mit den anderen Modi in den Trends ermittelt wurden. Falls der gewählte *Analysemodus* während einer Monitoring-Episode nicht geeignet war, ist es durch diese Funktion möglich, für diese Monitoring-Episode Trenddaten anzuzeigen, die für einen anderen, möglicherweise besser geeigneten *Analysemodus* ermittelt wurden.

9.7.1 Wesentliche Merkmale des BB-Modus

Im *BB-Modus* entspricht das *Analyseintervall* der Dauer der erkannten Atemzyklen. Beginn und Ende des letzten erkannten Atemzugs sind im *Plethysmogramm* (Abbildung 9-9) durch zwei durchgezogene senkrechte schwarze Linien markiert. Diese beiden Linien geben ausserdem die beiden letzten Zeitpunkte eines Exspirationsendes an. Die gestrichelte senkrechte Linie gibt das Inspirationsende innerhalb des letzten erkannten Atemzugs an. Die entsprechenden Werte im *Plethysmogramm* sind die *endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI) und die *endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI) (9.8).

Abbildung 9-9: Plethysmogramm-Markierungen im BB-Modus



Änderungen der *Lungenimpedanz* regelmässig und atmungsbedingt, keine herzbedingten Änderungen sichtbar – siehe Beispiel (a) in Tabelle 8-1	Änderungen der *Lungenimpedanz* regelmässig und hauptsächlich atmungsbedingt, herzbedingte Änderungen sichtbar – siehe Beispiel (b) in Tabelle 8-1

A. Letzter erkannter Atemzug/letztes *Analyseintervall*

B. Minimum (Ende der vorherigen Exspiration) → *Endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI)

C. Maximum (Ende der Inspiration) → *Endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI)

D. Minimum (Ende der Exspiration) → *Endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI)

E. Atmungsbedingte Änderungen der *Lungenimpedanz*

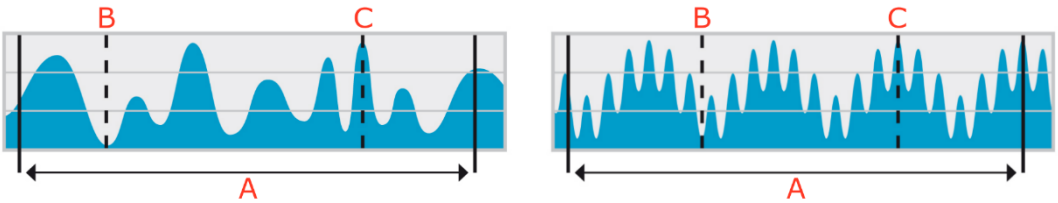
F. Herzbedingte Änderungen der *Lungenimpedanz* (hier ca. um den Faktor 6 geringer als die atmungsbedingten Änderungen der *Lungenimpedanz*)

Im *BB-Modus* werden für jeden erkannten Atemzug alle *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes* berechnet. Dazu gehören das *Dehnungsbild*, die *Abbildung der Silent Spaces* sowie *Indizes* wie EELI, EILI, die *funktionellen Lungenbereiche*, *Silent Spaces, Dependent Silent Spaces, Nondependent Silent Spaces* und das *Zentrum der Belüftung* (9.8, 9.9, 9.10).

9.7.2 Wesentliche Merkmale des TB-I-Modus

Im *TB-I-Modus* ist für das *Analyseintervall* eine feste Dauer von 15 Sekunden voreingestellt. Das zuletzt abgeschlossene *Analyseintervall* ist im *Plethysmogramm* (Abbildung 9-10) durch zwei durchgezogene senkrechte schwarze Linien markiert. Zwei gestrichelte schwarze senkrechte Linien geben das Minimum und Maximum des *Plethysmogramms* innerhalb des zuletzt abgeschlossenen *Analyseintervalls* an. Die Minima und Maxima in einem *Analyseintervall* können in beliebiger Reihenfolge auftreten. In der Annahme, dass die markierten Maxima und Minima dennoch atmungsbedingt sind, werden sie als die Zeitpunkte von Exspirationsende und Inspirationsende eines – nicht notwendigerweise desselben – Atemzugs interpretiert, und die entsprechenden Werte des *Plethysmogramms* werden als *endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI) und *endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI) (9.8) interpretiert.

Abbildung 9-10: Plethysmogramm-Markierungen im TB-I-Modus



Änderungen der *Lungenimpedanz* unregelmässig und atmungsbedingt, keine herzbedingten Änderungen sichtbar – siehe Beispiel (c) in Tabelle 8-1	Änderungen der *Lungenimpedanz* schwach und regelmässig, atmungs- und herzbedingte Änderungen sichtbar – siehe Beispiel (d) in Tabelle 8-1

A. Letztes abgeschlossenes *Analyseintervall* mit einer Dauer von 15 Sekunden

B. Minimum innerhalb des letzten abgeschlossenen *Analyseintervalls* (wird im *TB-I-Modus* als atmungsbedingt angenommen) → *Endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI)

C. Maximum innerhalb des letzten abgeschlossenen *Analyseintervalls* (wird im *TB-I-Modus* als atmungsbedingt angenommen) → *Endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI)

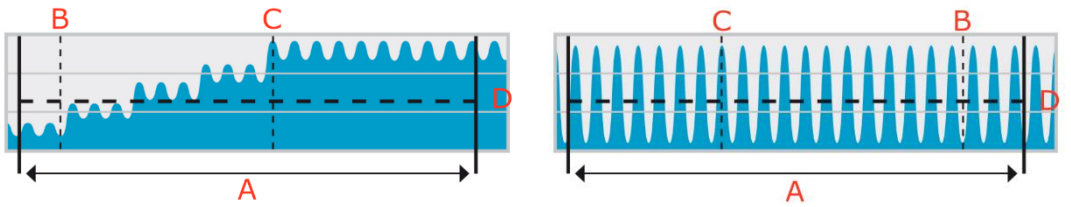
Im *TB-I-Modus* werden für jedes *Analyseintervall* (d. h. alle 15 Sekunden) alle *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes* berechnet. Dazu gehören das *Dehnungsbild*, die *Abbildung der Silent Spaces* sowie *Indizes* wie EELI, EILI, die *funktionellen Lungenbereiche*, *Silent Spaces, Dependent Silent Spaces, Nondependent Silent Spaces* und das *Zentrum der Belüftung* (9.8, 9.9, 9.10).

> **VORSICHT**
> Im *TB-I-Modus* wird davon ausgegangen, dass die Werte für Minimum und Maximum und somit auch die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz*, die in den *Analyseintervallen* festgestellt werden, unabhängig von Betrag oder Frequenz der Änderungen der *Lungenimpedanz* mit der Atmung korrelieren, genauer gesagt mit den Zeitpunkten von Exspirationsende und Inspirationsende. Um Fehlinterpretationen der Daten zu vermeiden, machen Sie sich bewusst, dass *atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes*, die im *TB-I-Modus* erstellt werden, nicht immer physiologisch aussagekräftig sind.

9.7.3 Wesentliche Merkmale des TB-II-Modus

Im *TB-II-Modus* ist für das *Analyseintervall* eine feste Dauer von 15 Sekunden voreingestellt. Das zuletzt abgeschlossene *Analyseintervall* ist im *Plethysmogramm* (Abbildung 9-11) durch zwei durchgezogene senkrechte schwarze Linien markiert. Eine gestrichelte schwarze senkrechte Linie gibt das Minimum und eine weitere gestrichelte schwarze senkrechte Linie das Maximum des *Plethysmogramms* innerhalb des zuletzt abgeschlossenen *Analyseintervalls* an. Im *TB-II-Modus* stehen keine *atmungsbezogenen EIT-Bilder und Indizes* zur Verfügung. Daher ist kein Zugriff auf die LuFuView-Anzeige (6.3) möglich. Stattdessen wird alle 15 Sekunden die *Belüftung* ermittelt, d. h. die mittlere *Lungenimpedanz* in einem *Analyseintervall*. Zu Informationszwecken gibt in Abbildung 9-11 eine gestrichelte schwarze horizontale Linie die *Belüftung* an, am LuMon™ Monitor wird die *Belüftung* im *Plethysmogramm* allerdings nicht dargestellt.

Abbildung 9-11: Plethysmogramm-Markierungen im TB-II-Modus



*Lungenimpedanz*änderungen, die hauptsächlich auf Änderungen des Lungenvolumens zurückzuführen sind; herzbedingte Änderungen sichtbar; atmungsbedingte Änderungen nicht sichtbar – siehe Beispiel (e) in Tabelle 8-1	Änderungen der *Lungenimpedanz* hauptsächlich herzbedingt oder auf Signalrauschen zurückzuführen; keine atmungsbedingten Änderungen sichtbar – siehe Beispiel (f) in Tabelle 8-1

A. Letztes abgeschlossenes *Analyseintervall* mit einer Dauer von 15 Sekunden

B. Minimum innerhalb des letzten abgeschlossenen *Analyseintervalls* (im TB-II-Modus als nicht atmungsbedingt angenommen)

C. Maximum innerhalb des letzten abgeschlossenen *Analyseintervalls* (im TB-II-Modus als nicht atmungsbedingt angenommen)

D. *Belüftung* (mittlere *Lungenimpedanz*) innerhalb des letzten abgeschlossenen *Analyseintervalls*, hier zu Informationszwecken angezeigt, wird aber nicht in der Benutzeroberfläche des LuMon™ Monitors dargestellt

9.8 Trends für EELI, EILI und Belüftung

Der LuMon™ Monitor zeigt nur Trends für die *endexspiratorische Lungenimpedanz* (EELI), die *endinspiratorische Lungenimpedanz* (EILI) und die *Belüftung* an, die jeweiligen Echtzeitwerte werden nicht dargestellt. In den Modi BB und *TB-I* zeigt die VentView-Trendansicht (6.4.2) die Trends für EELI, EILI und die *Atemfrequenz* (RRi) an; im *TB-II-Modus* zeigt sie die Trends für die *Belüftung* und RRi an.

EELI ist das Minimum der *Lungenimpedanz* in den *Analyseintervallen* und wird als die *Lungenimpedanz* beim Exspirationsende interpretiert. Die EELI korreliert mit dem endexspiratorischen Lungenvolumen (EELV) beim Ausatmen gegen einen PEEP und beim Ausatmen unter Umgebungsdruck mit der funktionellen Residualkapazität (FRC) bei normaler Atmung bzw. dem Residualvolumen (RV) bei forcierter Exspiration (Abbildung 9-7). Analog dazu ist EILI das Maximum der *Lungenimpedanz* in den *Analyseintervallen* und wird als die *Lungenimpedanz* beim Inspirationsende interpretiert. EILI korreliert mit dem endinspiratorischen Lungenvolumen. Die Differenz zwischen EILI und EELI hängt daher mit dem Tidalvolumen zusammen. Die *Belüftung* schliesslich ist die mittlere *Lungenimpedanz* in den *Analyseintervallen* und hängt mit dem mittleren Lungenvolumen zusammen.

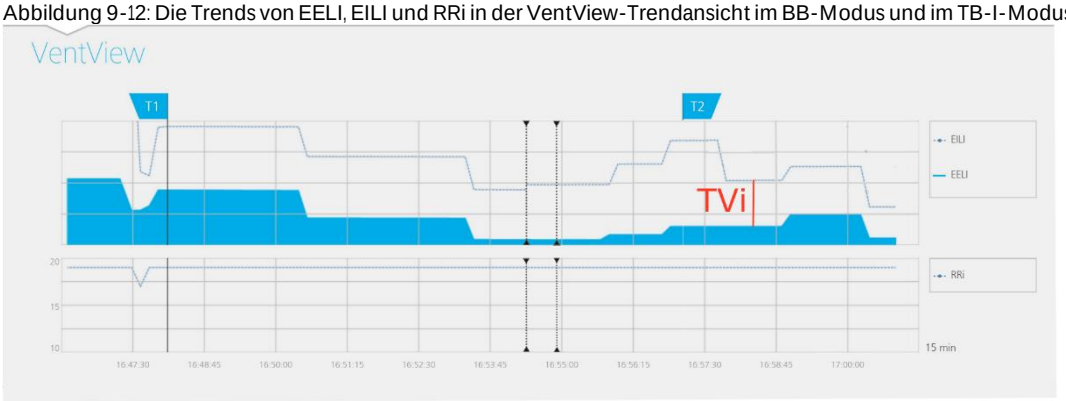
Im BB-Modus und wie in Abbildung 9-9 für den letzten erkannten Atemzug gezeigt entspricht EELI der *Lungenimpedanz*, die bei Beginn und Ende der erkannten Atemzüge gemessen wird, das heisst bei Inspirationsbeginn bzw. Exspirationsende. EILI entspricht der *Lungenimpedanz*, die bei Inspirationsende bzw. Exspirationsbeginn der erkannten Atemzüge gemessen wird. Im *BB-Modus* werden EELI und EILI für jeden erkannten Atemzug ermittelt.

Im TB-I-Modus und wie in Abbildung 9-10 für das letzte abgeschlossene *Analyseintervall* gezeigt entsprechen EELI und EILI dem Minimum bzw. Maximum des *Plethysmogramms* in den *Analyseintervallen*. Die Minima und Maxima in einem *Analyseintervall* können in beliebiger Reihenfolge auftreten. Dennoch werden sie als atmungsbedingt betrachtet und entsprechen den Zeitpunkten von Exspirationsende und Inspirationsende – allerdings nicht notwendigerweise desselben Atemzugs. Im *TB-I-Modus* werden EELI und EILI alle 15 Sekunden ermittelt, also auch wenn die maximale Änderung der *Lungenimpedanz* innerhalb der *Analyseintervalle* nicht atmungsbedingt ist. Beachten Sie, dass die Werte für EELI und EILI in diesem Fall nicht immer physiologisch aussagekräftig sind. Bedenken Sie auch, dass die EELI- und EILI-Werte, die im *BB-Modus* ermittelt werden, von denen im *TB-I-Modus* abweichen können.

Im TB-II-Modus und wie in Abbildung 9-11 für das letzte abgeschlossene *Analyseintervall* gezeigt wird die *Belüftung*, also die mittlere *Lungenimpedanz* innerhalb eines *Analyseintervalls*, alle 15 Sekunden ermittelt.

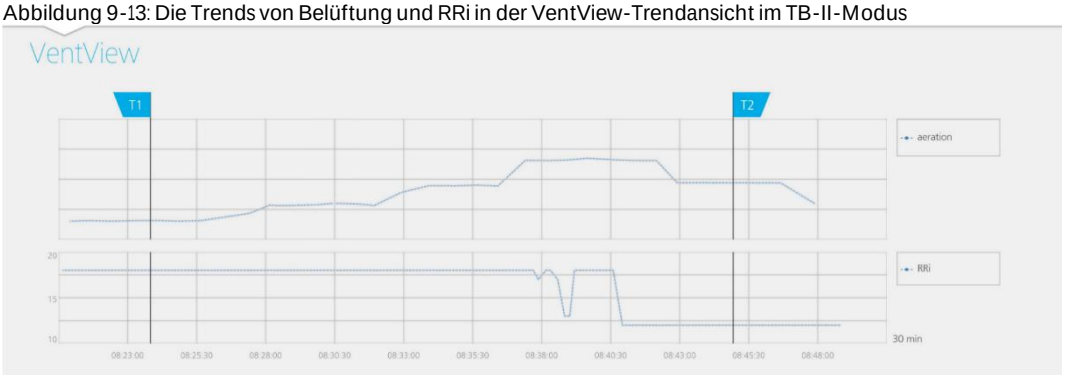
Wie in Abbildung 9-12 gezeigt, stellt die VentView-Trendansicht (6.4.2) die Trends von EELI, EILI und RRi im *BB-Modus* und im *TB-I-Modus* dar. Im oberen Diagramm steht die Oberkante des eingefärbten Bereichs für den EELI-Trend und die obere Linie für den EELI-Trend. Die Linie im unteren Diagramm zeigt den RRi-Trend. Eine Zu- oder Abnahme von EELI und/oder EILI korreliert mit einer Zu- oder Abnahme des endexspiratorischen bzw. endinspiratorischen Lungenvolumens. Die Differenz zwischen dem EILI-Trend und dem EELI-Trend hängt von der *tidalen Schwankung* (TVi) ab, d. h. der Änderung der *Lungenimpedanz* aufgrund der tidalen Ventilation. Eine Zu- oder Abnahme dieser Differenz ist auf eine Zu- oder Abnahme des Tidalvolumens zurückzuführen.

Abbildung 9-12: Die Trends von EELI, EILI und RRi in der VentView-Trendansicht im BB-Modus und im TB-I-Modus



Im *TB-II-Modus* und wie in Abbildung 9-13 dargestellt zeigt die VentView-Trendansicht (6.4.2) die Trends von *Belüftung* und RRi. Die *Belüftung* wird im oberen Diagramm dargestellt und RRi im unteren Diagramm. Eine Zu- oder Abnahme der *Belüftung* steht für eine Zu- oder Abnahme des mittleren Lungenvolumens.

Abbildung 9-13: Die Trends von Belüftung und RRi in der VentView-Trendansicht im TB-II-Modus



9.9 Dehnungsbild – relative tidale Dehnung

Die Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung" (6.3.1) enthält das *Dehnungsbild*, das Histogramm der zugehörigen gewichteten *relativen tidalen Dehnung* und die Quartile der gewichteten *relativen tidalen Dehnung*. Die Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Dehnung" (6.3.2) zeigt die Trends für die Quartile der gewichteten *relativen tidalen Dehnung*, und zwar für Zentrum und Ausdehnung.

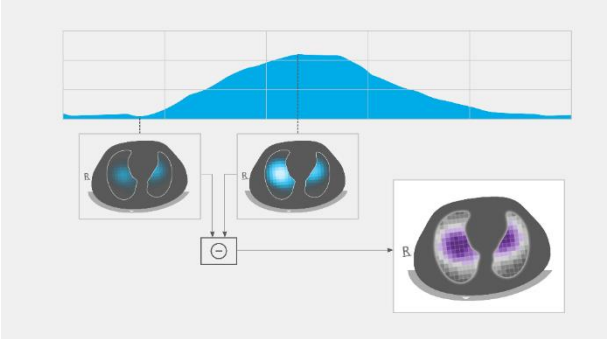
Wie in Abbildung 9-14 gezeigt, wird für jedes *Analyseintervall* ein *Dehnungsbild* erstellt:

- Zuerst wird die EELI-Verteilung (rechts) von der EILI-Verteilung (links) abgezogen und ergibt als Zwischenergebnis die Änderung der Verteilung der *Lungenimpedanz* zwischen den beiden betrachteten Zeitpunkten.
- Dann wird die entsprechende Impedanzänderung für jeden *Lungenpixel* anhand der maximalen Impedanzänderung der *Lungenpixel* normalisiert.

Das Beispiel in Abbildung 9-14 zeigt die Berechnung des *Dehnungsbilds* im *BB-Modus*: Hier wird der letzte erkannte Atemzug als aktuelles *Analyseintervall* betrachtet und die vorherige EELI-Verteilung wird von der zugehörigen EILI-Verteilung abgezogen.

Die *Lungenpixel*-Werte des auf diese Weise entstehenden *Dehnungsbilds* – also die Impedanzänderung der *Lungenpixel* aufgrund der tidalen Ventilation, die auf die maximale Impedanzänderung der *Lungenpixel* normalisiert wurde – wird als *relative tidale Dehnung* (RTS) bezeichnet. Somit zeigt das *Dehnungsbild* die regionale Verteilung der *relativen tidalen Dehnung* innerhalb der *Lungen-ROI*.

Abbildung 9-14: Darstellung des Konzepts des Dehnungsbilds. Die zugehörige Berechnung wird im Text erläutert.

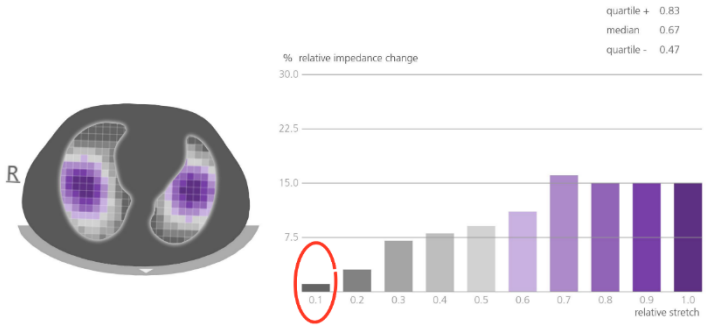


Im BB-Modus wird für jeden erkannten Atemzug ein *Dehnungsbild* erstellt, das die regionale Verteilung des in diesem Atemzug eingeatmeten Tidalvolumens in der Lunge angibt.

Im TB-I-Modus wird alle 15 Sekunden ein *Dehnungsbild* erstellt, das die regionale Verteilung der grössten Änderung im Lungenvolumen angibt, die für die regionale Verteilung des (ein- oder ausgeatmeten) Tidalvolumens in 15-Sekunden-Intervallen steht. Beachten Sie, dass im *TB-I-Modus* auch dann *Dehnungsbilder* berechnet werden, wenn die maximalen Änderungen der *Lungenimpedanz*, die in 15-Sekunden-Intervallen erkannt wurden, nicht atmungsbedingt sind. In diesem Fall sind die *Dehnungsbilder* nicht immer physiologisch aussagekräftig. Bedenken Sie auch, dass die *Dehnungsbilder*, die im *BB-Modus* ermittelt werden, von denen im *TB-I-Modus* abweichen können.
Die *Lungenpixel*-Werte im *Dehnungsbild* (Abbildung 9-15) liegen zwischen 0 und 100 Prozent und sind in 10-

Prozent-Cluster unterteilt, die eine jeweils ähnliche *relative tidale Dehnung* aufweisen. Cluster mit hohen Werten für die *relative tidale Dehnung*, die eine bessere Belüftung kennzeichnen, sind in violetten Farbtönen dargestellt und Bereiche mit geringen Werten für die *relative tidale Dehnung* in Grautönen. Um zu veranschaulichen, wie viel jeder Cluster zur Änderung der *Lungenimpedanz* zwischen Inspirationsende und Exspirationsende beiträgt, stellt rechts neben dem *Dehnungsbild* ein Histogramm mit zehn Balken die gewichtete *relative tidale Dehnung* dar. Jeder Balken steht für einen *Lungenpixel*-Cluster mit einer ähnlichen *relativen tidalen Dehnung*. Der erste Balken stellt die *Lungenpixel* mit einer *relativen tidalen Dehnung* zwischen 0 % und 10 % dar und der letzte Balken die Werte zwischen 90 % und 100 %. Die Höhe jedes Balkens ist die „% Relative Impedanzänderung" oder, anders ausgedrückt, der Anteil, den ein Cluster zur gesamten *Lungenimpedanz*änderung aufgrund der tidalen Ventilation beiträgt. Die *Lungenpixel*, die zum ersten Balken gehören, sind in Abbildung 9-15 mit einem ovalen Rahmen markiert und stellen die sogenannten *Silent Spaces* dar, also die Lungenregionen, in denen sich die Impedanz nur geringfügig oder gar nicht ändert. Die übrigen *Lungenpixel* stellen die sogenannten *funktionellen Lungenbereiche* (FLS) dar, wie sie zum Konzept des funktionellen Lungenvolumens gehören [1]. Oberhalb des Balkendiagramms werden das 25-Prozent-Quartil, der Median und das 75-Prozent-Quartil der gewichteten *relativen tidalen Dehnung* angezeigt. Diese Angaben sind eine statistische Zusammenfassung von Zentrum und Ausdehnung der gewichteten *relativen tidalen Dehnung*.

Abbildung 9-15: Beispiel für ein Dehnungsbild und das dazugehörige Histogramm der gewichteten relativen tidalen Dehnung

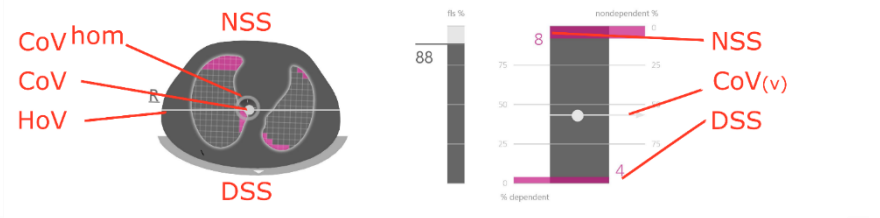


9.10 Zentrum der Belüftung, Silent Spaces und funktionelle Lungenbereiche

Die Detailansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces" (6.3.3) zeigt die *Abbildung der Silent Spaces*, das *Zentrum der homogenen Belüftung*, das *Zentrum der Belüftung* und den *Belüftungshorizont*. Sie enthält ausserdem Balken für die *funktionellen Lungenbereiche* und die *Silent Spaces*. Die Trendansicht des LuFuView-Bereichs „Silent Spaces" (6.3.4) zeigt die Trends für die *funktionellen Lungenbereiche* (FLS), die *Dependent Silent Spaces* (DSS), die *Nondependent Silent Spaces* (NSS) und die vertikale Komponente des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v)).

Aus dem *Dehnungsbild* (9.9) wird die zugehörige *Abbildung der Silent Spaces* (links in Abbildung 9-16) erstellt, indem alle *Lungenpixel* mit RTS-Werten von höchstens 10 % magentafarben eingefärbt werden und alle anderen *Lungenpixel* grau. Somit stellt die *Abbildung der Silent Spaces* für die *Lungen-ROI* die regionale Verteilung der *Silent Spaces* magentafarben und der *funktionellen Lungenbereiche* grau dar. *Silent Spaces* zeigen die Lungenbereiche mit geringer oder keiner Impedanzänderung beim Atmen. Damit geben sie den Prozentwert der Lungenregionen an, die wenig oder keine Belüftung erhalten und daher unterbelüftet sind. Umgekehrt sind die *funktionellen Lungenbereiche* die Lungenbereiche mit einer nicht vernachlässigbaren Impedanzänderung beim Atmen. Damit geben sie den Prozentsatz der belüfteten Lungenbereiche an und entsprechen somit der funktionellen Lungengrösse [1], also dem Anteil der restlichen belüfteten Lunge, der manchmal auch als verfügbares Lungenvolumen bezeichnet wird.

Abbildung 9-16: Beispiel für die Abbildung der Silent Spaces, den Balken für die funktionellen Lungenbereiche (FLS) und den Balken für die Silent Spaces



Aus dem *Dehnungsbild* lässt sich ausserdem das *Zentrum der Belüftung* (*CoV*) berechnen, indem für jeden *Lungenpixel* der Wert für die *relative tidale Dehnung* gewichtet wird. Das CoV ist also die gewichtete geometrische Verteilung des *Zentrums der Belüftung* innerhalb der *Lungen-ROI*. Der Punkt des CoV gibt an, welche Lungenregionen innerhalb des untersuchten Thoraxquerschnitts hauptsächlich belüftet sind [3]. In Abbildung 9-16 kennzeichnet der helle Punkt auf der *Abbildung der Silent Spaces* das CoV. Zum Vergleich wird das *Zentrum der homogenen Belüftung* (*CoV*^{hom}), also das CoV bei innerhalb der *Lungen-ROI* homogen verteilter Belüftung, ebenfalls berechnet und als grauer Ring eingezeichnet.

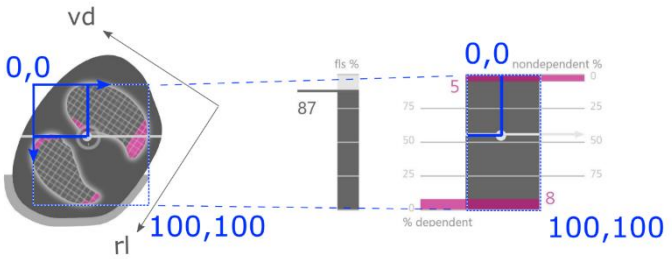
Die weisse horizontale Linie senkrecht zum Schwerkraftvektor durch das CoV ist der *Belüftungshorizont* (HoV). Der HoV teilt das Bild in nicht abhängige („nondependent", oberer Teil) und abhängige („dependent", unterer Teil) Bereiche auf. Die *Silent Spaces* unter dem *Belüftungshorizont* werden als *Dependent Silent Spaces* (*DSS*) bezeichnet, die *Silent Spaces* über dem *Belüftungshorizont* als *Nondependent Silent Spaces* (*NSS*). Da die *Dependent Silent Spaces* im unteren (abhängigen) Teil der Lunge liegen und von der Schwerkraft beeinflusst sind, besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass diese Lungenbereiche verschlossen, kollabiert oder mit Flüssigkeit gefüllt sind. Die *Nondependent Silent Spaces* dagegen befinden sich im oberen Teil der Lunge und stellen mit höherer Wahrscheinlichkeit bereits gedehnte, vielleicht sogar überdehnte Lungenbereiche dar [9]–[11].

Um die CoV-Position in Koordinaten anzugeben, orientiert sich das LuMon™ System an der Schwerkraft, wie in Abbildung 9-17 in Blau dargestellt. Bei dieser Koordinatensystem-Angabe gilt:

- Die Koordinate CoV(v) gibt die Verteilung der Belüftung in vertikaler Richtung an und wird als Anteil der Höhe der *Lungen-ROI* angegeben.
- Die Koordinate CoV(h) gibt die Verteilung der Belüftung in horizontaler Richtung an und wird als Anteil der Breite der *Lungen-ROI* angegeben.

Bei der vertikalen Komponente bedeuten Werte um 0 %, dass die Belüftung hauptsächlich in Richtung nicht abhängiger Lungenregionen geht, bei der horizontalen Komponente geht sie in Richtung links vom Schwerkraftvektor (also bei Rückenlage des Patienten zur rechten Lunge hin, bei Bauchlage zur linken Lunge hin).

Abbildung 9-17: CoV-Koordinaten

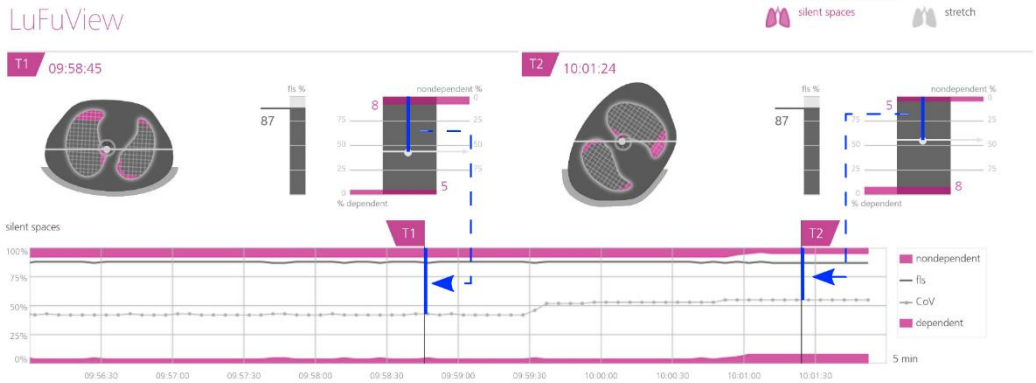


Dank des Positionssensors werden DSS und NSS sowie die Koordinaten CoV(v) und CoV(h) immer automatisch definiert, wenn sich die *Drehung* ändert. Dadurch lässt sich der Einfluss der Lage des Patienten auf die Belüftungsverteilung direkt beurteilen. Nur in Rückenlage stimmen die Koordinaten CoV(v) und CoV(h) im LuMon™ System überein mit den durch den Körper des Patienten vorgegebenen Richtungsangaben, wie sie allgemein in der Fachliteratur [3], [8] verwendet werden und in Abbildung 9-17 in Schwarz angegeben sind, nämlich rechts/links (CoV(rl)) und ventrodorsal (CoV(vd)).

Der FLS-Balken (in der Mitte von Abbildung 9-16) gibt den FLS-Prozentsatz am gesamten Lungenbereich an, und der Balken für die *Silent Spaces* (in Abbildung 9-16 rechts) gibt die Prozentwerte für NSS und DSS an (wobei FLS, DSS und NSS zusammen 100 % ergeben). Auch hier ist das CoV zur Orientierung als weisser Punkt eingezeichnet: Die vertikale Koordinate wird durch die senkrechte Skala rechts vom Balken angegeben, 0 % ist oben. (Auch die horizontale Koordinate wird angegeben, aber ohne Skala).

Diese Prozentwerte und die vertikale CoV-Koordinate sind auch Teil der entsprechenden Trendgrafik, siehe Abbildung 9-18. Zum Vergleich sind zwei Zeitpunkte eingezeichnet, T1 und T2. DSS, NSS, CoV(v) und FLS werden in der Trendgrafik als Prozentwerte angegeben. Bei der Darstellung von NSS und CoV(v) ist der Wert von 0 % oben, bei DSS und FLS ist 0 % unten.

Abbildung 9-18: Beispiel einer Trendgrafik für Silent Spaces



Ein sehr wichtiger Punkt zum Abschluss: Machen Sie sich bewusst, dass die Unterteilung der *Silent Spaces* in *Dependent Silent Spaces* (DSS) und *Nondependent Silent Spaces* (NSS) sowie die Ermittlung der vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)) von der angezeigten *Drehung* abhängen (siehe auch Abbildung 9-17).

VORSICHT

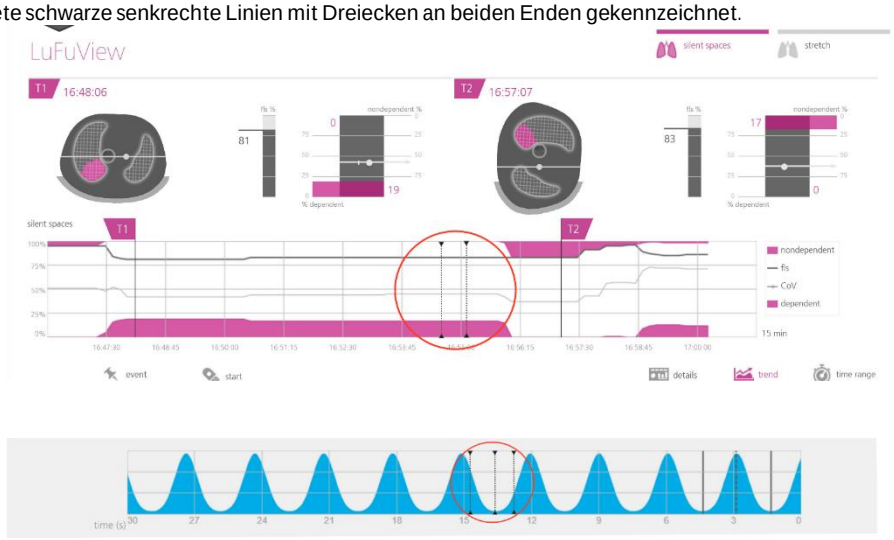
Um Fehlinterpretationen der Ergebnisse zu vermeiden, machen Sie sich bewusst, dass die *Dependent Silent Spaces*, die *Nondependent Silent Spaces* sowie die vertikalen und horizontalen Anteile des *Zentrums der Belüftung* (CoV(v) und CoV(h)) weniger aussagekräftig sind, wenn der Schwerkraftvektor ungefähr senkrecht auf dem untersuchten Thoraxquerschnitt steht, der durch die *Gurtebene* definiert wird. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn der Patient steht oder aufrecht sitzt.

9.11 Bedienerereignisse und Screenshots

Mit der Schaltfläche „Ereignis“, die in allen Anzeigen zur Verfügung steht (Abbildung 6-5), markieren Sie ein Bedienerereignis. Wie in Abbildung 9-19 dargestellt, werden Bedienerereignisse in den Trendansichten und im *Plethysmogramm* (9.4) durch gepunktete schwarze senkrechte Linien mit Dreiecken an beiden Enden gekennzeichnet.

Wenn ein USB-Speichermedium an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist und die Schaltfläche „Ereignis“ gedrückt wird, wird zusätzlich ein Screenshot der Benutzeroberfläche zu diesem Zeitpunkt auf dem USB-Speichermedium gespeichert. Screenshots werden im Standard-Bildformat JPG abgelegt und können mit gängigen Bildanzeigeprogrammen angezeigt werden. Der Dateiname des Screenshots enthält Datum und Uhrzeit des Zeitpunkts, an dem die Schaltfläche „Ereignis“ gedrückt wurde (jjjjmmtthhmmss.jpg).

Abbildung 9-19: Bedienerereignisse werden in Trendansichten (oben) und im Plethysmogramm (unten) durch gepunktete schwarze senkrechte Linien mit Dreiecken an beiden Enden gekennzeichnet.



9.12 Aufzeichnen oder Exportieren von Daten

9.12.1 Aufzeichnen von Daten auf einem USB-Speichermedium

Durch Drücken auf die Schaltfläche „Aufzeichnen“ – die in allen Anzeigen zur Verfügung steht (Abbildung 6-5) – wenn diese grau und mit „Start“ beschriftet ist, wird die Online-Aufzeichnung der *EIT-Daten* auf einem an den LuMon™ Monitor angeschlossenen USB-Speichermedium aktiviert. Wenn eine Aufzeichnung läuft, ist die Schaltfläche „Aufzeichnen“ blau und hat einen blinkenden weissen Punkt. Wenn Sie die blaue und mit „Stop“ beschriftete Schaltfläche „Aufzeichnen“ berühren, wird die Datenaufzeichnung beendet.

> **HINWEIS**
> Wenn kein USB-Speichermedium an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist, ist die Schaltfläche „Aufzeichnen“ nicht aktiv und wird hellgrau dargestellt. Wenn auf dem USB-Speichermedium weniger als 1 GB freier Speicherplatz vorhanden ist, ist die Schaltfläche nicht aktiv und zeigt „Zu wenig Speicher“ an.

Auf dem USB-Speichermedium werden die *EIT-Daten* in drei verschiedenen Binärdateien aufgezeichnet, deren Dateinamen nach dem Muster „jjjjmmtthhmmss.xxx“ gebildet werden, wobei „jjjjmmtthhmmss“ den Zeitpunkt der Dateierstellung angibt:

- Dateien für die elektrische Impedanztomografie (EIT) (*.eit) enthalten die gemessenen *EIT-Rohdaten*, speziell Spannungsdifferenz, eingespeiste Spannung und Positionssignale.
- Dateien mit Abbildungen ohne Referenzdaten (*.zri) enthalten die rekonstruierten *Abbildungen ohne Referenzdaten* (d. h. die regionale Impedanzverteilung in der *Thorax-ROI* für ein bestimmtes Einzelbild) und das *Plethysmogramm* (9.4).
- Dateien mit Lungenfunktionswerten (*.lfv) enthalten *EIT-Bilder* (*Dehnungsbild, Abbildung der Silent Spaces*), Werte für die *Atemfrequenz*, verschiedene *Indizes* wie EELI, EILI, *Belüftung*, DSS, NSS, FLS, CoV(v) und CoV(h) sowie Bedienerereignisse (9.6, 9.8, 9.9, 9.10, 9.11).

Die einzigen Patientendaten in diesen Dateien sind Geschlecht, Gewicht, Grösse und Unterbrustumfang.

> **HINWEIS**
> Bei langen Aufzeichnungen (mehr als 15 Minuten) kann es sein, dass die aufgezeichneten Daten auf mehrere Dateien verteilt werden, damit die Einzeldateien nicht zu gross werden.

> **HINWEIS**
> Unabhängig vom gerade gewählten *Analysemodus* (9.7) analysiert das LuMon™ System im Hintergrund permanent die gemessenen *EIT-Rohdaten* für alle *Analysemodi* und speichert die für jeden Modus ermittelten Ergebnisse oder zeigt sie an.

9.12.2 Exportieren der EIT-Daten aus dem internen Speicher des LuMon™ Monitors

Während des Monitorings speichert der LuMon™ Monitor fortlaufend die gemessenen *EIT-Daten* und Bedienerereignisse (9.11) in seinem nicht flüchtigen internen Speicher gemäss dem FIFO-Prinzip („First In First Out": Die ältesten Daten werden durch neue Daten überschrieben). Die Speicherkapazität beträgt 20 GB und bietet Platz für Monitoring-Daten aus mindestens 4 Stunden.

Die *EIT-Daten* und Bedienerereignisse werden im „LuMon™ Backup"-Dateiformat (*.lbk) gespeichert. Hier werden die Dateinamen nach dem Muster „jjjjmmtthhmmss.xxx" generiert, wobei „jjjjmmtthhmmss" den Zeitpunkt der Dateierstellung angibt. Die *.lbk-Dateien enthalten dieselben Daten wie die Dateien in den Formaten *.zri und *.lfv (9.12.1).

Gehen Sie folgendermassen vor, um eine „LuMon™ Backup"-Datei (*.lbk) aus dem internen Speicher des LuMon™ Monitors auf ein USB-Speichermedium zu exportieren, das an den LuMon™ Monitor angeschlossen ist:

- Aktivieren Sie im ScoutView-Bereich „Systemeinstellungen" das Fenster „Export" (Abbildung 6-8) und berühren Sie „Export starten", um den Datenexport zu starten. (Wenn kein USB-Speichermedium angeschlossen ist, wird die Schaltfläche „Export starten" hellgrau dargestellt.)
- Der Fortschritt des Datenexports wird in einer Fortschrittsleiste angezeigt. Warten Sie ab, bis der Export abgeschlossen ist, oder brechen Sie den Export durch Drücken auf „Export stoppen" ab.
- Wenn der Datenexport abgeschlossen ist, wird „Export fertig" angezeigt.

Sie können die „LuMon™ Backup"-Datei (*.lbk) auch zur Fehlerbehebung heranziehen (12), und eventuell bittet Sentec Sie um die Einsendung dieser Datei. Die einzigen Patientendaten in dieser Datei sind Geschlecht, Gewicht, Grösse und Unterbrustumfang.

> **HINWEIS**
> Die im internen Speicher des LuMon™ Monitors gespeicherten *EIT-Daten* werden beim Ändern von Datum und Uhrzeit gelöscht. Eine Bestätigung dafür wird bei der Änderung nicht angefordert.

9.12.3 Exportieren des Ereignisprotokolls aus dem internen Speicher des LuMon™ Monitors

In seinem internen Speicher speichert der LuMon™ Monitor in der Datei „eitMonitorLog.zip" ein Protokoll, in dem unter anderem Statusmeldungen, Fehler, Systemeinstellungen und Änderungen des Systemstatus festgehalten werden. Jedes Mal, wenn ein USB-Speichermedium an den LuMon™ Monitor angeschlossen wird, wird die Datei „eitMonitorLog.zip" auf das USB-Speichermedium kopiert.

Die Datei „eitMonitorLog.zip" dient hauptsächlich zur Fehlerbehebung (12), eventuell bittet Sentec Sie um die Einsendung dieser Datei. Die einzigen Patientendaten in dieser Datei sind Geschlecht, Gewicht, Grösse und Unterbrustumfang.

9.12.4 Verfügbare Software für die Datenanalyse

Sie können die auf dem USB-Speichermedium gespeicherten *EIT-Daten* und Bedienerereignisse in verschiedene Programme zur Datenauswertung importieren. Hier eine kurze Zusammenfassung:

- Die Software ibeX kann *.zri- und *.lbk-Dateien importieren und dann anzeigen, auswerten und Berichte daraus erstellen. Aus dem *Plethysmogramm* können Sie Sequenzen auswählen. Die wichtigsten Analyseoptionen sind: *„Region of Interest"*, „Silent Spaces" und „Stretch". Die Software enthält leistungsfähige Analysewerkzeuge, z. B. benutzerdefinierte Filter, und kann die Ergebnisse als PDF- oder XLS-Datei oder als Video exportieren. Die ibeX-Software ist derzeit nur für Forschungszwecke vorgesehen, und einige der angezeigten *Indizes* weichen möglicherweise von den vom LuMon™ Monitor berechneten und angezeigten Werten ab. Weitere Informationen zur ibeX-Software erhalten Sie von Sentec EIT.
- Die Software STEM Light kann *.eit-Dateien importieren und wiedergeben. Sie können die Qualität der gemessenen Daten anhand folgender Anzeigen auswerten: „electrode contact impedance bar chart", „U-shape average plot", „voltage *Plethysmogram*", „IQ plot" und „voltage spectrum plot". Zu STEM Light gehört ausserdem eine Funktion zur vereinfachten Bildrekonstruktion und zur Bildanzeige. STEM Light ist derzeit nur für Forschungszwecke vorgesehen. Weitere Informationen zur Software STEM Light erhalten Sie von Sentec EIT.
- EIDOORS kann *.eit-Dateien importieren. EIDOORS ist eine Open-Source-Software und enthält Skripte auf Matlab-Basis, die von der EIT-Community entwickelt und gepflegt werden (http://eidors3d.sourceforge.net/Index.shtml).

10 Unterbrechen oder Beenden des Monitorings

Abschnitt 10.1 erläutert, wie Sie das Monitoring unterbrechen, ohne den Gurt zu entfernen. Abschnitt 10.2 erklärt, wie Sie das Monitoring unterbrechen und den Gurt abnehmen. Und wie Sie das Monitoring für einen Patienten beenden, erklärt Abschnitt 10.3.

> **HINWEIS**
> Beim Einschalten des Monitors werden die Patientendaten und der halbe ( ) Unterbrustumfang bzw. der volle ( ) Unterbrustumfang sowie der Versatz des Gurts auf die Standardwerte zurückgesetzt. Sie müssen diese Einstellungen daher nach jedem Neustart des Monitors erneut eingeben.

10.1 Unterbrechen des Monitorings, ohne den Gurt abzunehmen

Gehen Sie folgendermassen vor, um das Monitoring für einen Patienten zu pausieren bzw. zu unterbrechen, ohne den Gurt zu entfernen:

- Trennen Sie den wiederverwendbaren Gurt-Konnektor vom Einweg-Gurt, der nur an einem Patienten verwendet werden darf, ohne dabei den Monitor auszuschalten (siehe Hinweis oben). Um den SensorBeltConnector von einem SensorBelt zu trennen, drücken Sie die Freigabetasten auf den beiden Seiten der Dockingstation des SensorBelts (Abbildung 5-5) mit einer Hand, fassen die MatchBox des SensorBeltConnectors (Abbildung 5-3) mit der anderen Hand und lösen sie dann durch vorsichtiges Ziehen. Damit keine Schäden am SensorBeltConnector entstehen, ziehen Sie nicht an seinem Kabel. Um den LuMon™ Connector von einem LuMon™ Belt zu trennen, fassen Sie den Verbindungsstecker des LuMon™ Belts (Abbildung 5-7) mit einer Hand und die MatchBox des LuMon™ Connectors (Abbildung 5-4) mit der anderen Hand und ziehen dann vorsichtig mit beiden Händen, um die Teile voneinander zu lösen. Damit keine Schäden am LuMon™ Connector und am LuMon™ Belt entstehen, ziehen Sie nicht an ihren Kabeln.
- Um das Monitoring fortzusetzen, schliessen Sie den Gurt-Konnektor wieder an den Gurt an. Um die Datenqualität sicherzustellen, prüfen Sie zu Beginn des Monitorings und mindestens alle 8 Stunden während des Monitorings die ordnungsgemässe Einrichtung (8.44) und wählen Sie einen *Analysemodus* aus, der zum Atemmuster des Patienten passt (8.55).

10.2 Unterbrechen des Monitorings und Entfernen und/oder Ersetzen des Gurts

Gehen Sie folgendermassen vor, um das Monitoring für einen Patienten zu pausieren bzw. zu unterbrechen und dabei den Gurt zu entfernen:

- Trennen Sie den wiederverwendbaren Gurt-Konnektor vom Einweg-Gurt, der nur an einem Patienten verwendet werden darf, ohne dabei den Monitor auszuschalten (siehe Hinweis oben). Trennen Sie den SensorBeltConnector vom SensorBelt bzw. den LuMon™ Connector vom LuMon™ Belt, wie in Abschnitt 10.1 beschrieben.
- Nehmen Sie den Gurt vom Patienten ab.
- Wischen Sie mit einem Einwegtuch die Rückstände des Kontaktmittels/-sprays vom Patienten ab.
- Wenn der bisher verwendete Gurt weiterhin verwendet werden kann und noch genügend *Gurtzeit* übrig ist, tragen Sie vor dem Anlegen des zuvor verwendeten Gurts ContactAgent/LuMon™ Contact Spray oder NeoContactAgent auf, wie in Kapitel 7.5 beschrieben.
- Entsorgen Sie den Gurt, wenn die *Gurtzeit* abgelaufen ist, wenn der Gurt verschmutzt ist oder nicht funktioniert. Entsorgen Sie medizinische Abfälle entsprechend den bei Ihnen geltenden Vorschriften. Um einen neuen Gurt anzulegen, gehen Sie vor, wie in Kapitel 7.5 beschrieben.

Anweisungen zum Reinigen und Desinfizieren des LuMon™ Monitors und des Gurt-Konnektors finden Sie in Abschnitt 11.2.

10.3 Beenden des Monitorings

Gehen Sie folgendermassen vor, um das Monitoring für einen Patienten zu beenden:

- Trennen Sie den wiederverwendbaren Gurt-Konnektor vom Einweg-Gurt, der nur an einem Patienten verwendet darf. Trennen Sie den SensorBeltConnector vom SensorBelt bzw. den LuMon™ Connector vom LuMon™ Belt, wie in Abschnitt 10.1 beschrieben.
- Nehmen Sie den Gurt vom Patienten ab und entsorgen Sie den Gurt entsprechend den Vorschriften für medizinische Abfälle.
- Wischen Sie mit einem Einwegtuch die Rückstände des Kontaktmittels/-sprays vom Patienten ab.
- Prüfen oder exportieren Sie die Trenddaten (9.11) für den Patienten bei Bedarf, bevor Sie den Monitor ausschalten.

- Schalten Sie den Monitor aus und reinigen und desinfizieren (11.2) Sie den LuMon™ Monitor und den Gurt-Konnektor vor dem Einsatz an einem anderen Patienten (7.5).

11 WARTUNG

Während des Normalbetriebs sind am LuMon™ System keine internen Anpassungen oder Kalibrierungen erforderlich. Um aber dauerhaft die Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit des LuMon™ Systems zu garantieren, sollten regelmässig Routineprüfungen und vorbeugende Wartungsarbeiten (einschliesslich Reinigung/Desinfektion) sowie Sicherheitsprüfungen durchgeführt werden.

11.1 Routineprüfungen, vorbeugende Wartung und Sicherheitsprüfungen

Die folgenden Prüfungen und Wartungsmassnahmen sollten regelmässig durchgeführt werden (mindestens so oft wie unten angegeben und gemäss den geltenden Vorschriften und Richtlinien durch die Einrichtung, lokale oder nationale Behörden).

- Führen Sie den Test vor Inbetriebnahme (7.4) jedes Mal aus, bevor Sie das Monitoring für einen neuen Patienten beginnen (7.5).
- Entsorgen Sie den Gurt (11.4), wenn die *Gurtzeit* abgelaufen ist oder das Monitoring für den betreffenden Patienten beendet wurde (10.3).
- Reinigen und desinfizieren Sie den Gurt-Konnektor und den LuMon™ Monitor (11.2) nach dem Ende des Monitorings an einem Patienten (10.3), vor der Verwendung an einem anderen Patienten sowie während der Anwendung an einem Patienten regelmässig gemäss den Vorgaben der Einrichtung.
- Überprüfen Sie den LuMon™ Monitor, sein Netzkabel und den Gurt-Konnektor mindestens einmal monatlich auf mechanische Schäden oder Funktionsstörungen. Ersetzen Sie defekte Teile durch Originalteile von Sentec. Wie Sie die Sicherungen des LuMon™ Monitors ersetzen, erläutert Abschnitt 11.3.
- Prüfen Sie mindestens einmal monatlich das Haltbarkeitsdatum des Verbrauchsmaterials (Gurte und Kontaktmittel/-spray). Ersetzen Sie alle Produkte, deren Haltbarkeitsdatum abgelaufen ist.
- Führen Sie regelmässig eine vollständige Sicherheits- und Funktionsprüfung des LuMon™ Systems durch (empfohlen alle 12 Monate, mindestens aber alle 24 Monate). Die Anleitungen dazu finden Sie im „Service Manual" (Wartungshandbuch) des LuMon™ Systems. Wenden Sie sich hierfür an einen qualifizierten Techniker (z. B. einen Biomedizin-Techniker), Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder die Sentec AG.

WARNUNG
Im Inneren des LuMon™ Monitors befinden sich keine Teile, die vom Benutzer gewartet werden können. Die Abdeckung des LuMon™ Monitors darf nur durch *von Sentec autorisierte LuMon™ Techniker* entfernt werden. Die Wartung sowie alle Sicherheits- und Funktionstests müssen von qualifizierten Technikern durchgeführt werden. Anderenfalls besteht die Gefahr von Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät.

HINWEIS
Wenden Sie sich für die Durchführung einer Sicherheits- und Funktionsprüfung, zur Wartung oder für Reparaturen an einen qualifizierten Techniker (z. B. einen Biomedizin-Techniker), an Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder an die Sentec AG.

HINWEIS
Alle Reparatur- und Wartungsmassnahmen, für die die Abdeckung des LuMon™ Monitors geöffnet werden muss, müssen von einem *von Sentec autorisierten LuMon™ Techniker* durchgeführt werden.

HINWEIS
Anweisungen zur Desinfektion, Verpackung und zum Versand, wenn Geräte und Zubehör für eine Sicherheitsprüfung, zur Wartung oder zur Reparatur eingeschickt werden, finden Sie in Abschnitt 11.5.

11.2 Reinigung und Desinfektion

Infektionskrankheiten stellen eine ernstzunehmende Bedrohung dar. Deshalb ist es wichtig, Geräte und Zubehörteile, die mit menschlichem Gewebe oder Flüssigkeiten in Kontakt kommen können, immer als potenziell kontaminiert und daher gefährlich anzusehen.

Kontaminierte Geräte und Zubehörteile müssen dekontaminiert werden. Die Dekontamination muss von einer dazu qualifizierten Person durchgeführt werden. Die genaue Vorgehensweise zur Reinigung und Desinfektion ist in jeder Einrichtung unterschiedlich. Wenn Sie hinsichtlich der Kontamination oder Dekontamination unsicher sind, wenden Sie sich an Ihre für den Infektionsschutz zuständige Behörde bzw. die Hygieneabteilung.

Verwenden Sie die unten aufgeführten Mittel zur Reinigung und Desinfektion der Oberflächen des LuMon™ Monitors und der Gurt-Konnektoren nach dem Ende des Monitorings an einem Patienten (10.3), vor der Verwendung an einem anderen Patienten sowie regelmässig während der Anwendung an einem Patienten gemäss den Vorgaben der Einrichtung. Es kann allerdings sein, dass die in der Einrichtung geltenden Vorschriften eine andere Vorgehensweise und Intervalle für die Reinigung und Desinfektion fordern.

Da in jedem Land und in jeder Einrichtung andere Reinigungs- und Desinfektionsmittel zur Verfügung stehen, ist es nicht möglich, hier eine vollständige Liste aller geeigneten Reinigungs- und Desinfektionsmittel aufzuführen. Es ist möglich, die unten aufgeführten Produkte durch Produkte einer anderen Marke mit einer gleichwertigen Zusammensetzung zu ersetzen. Gehen Sie beim Ansetzen, Anwenden und Entsorgen der Reinigungsmittel vor, wie in der Gebrauchsanweisung des Herstellers beschrieben.

Gehen Sie zur Reinigung des LuMon™ Monitors und des Gurt-Konnektors folgendermassen vor:

- Wischen Sie die Oberflächen von Monitor, Gurt-Konnektor und Kabel vorsichtig mit einem weichen Tuch und den aufgeführten Mitteln ab und achten Sie dabei darauf, dass nicht zu viel Flüssigkeit oder Feuchtigkeit in den Monitor oder die Konnektor-Anschlüsse eindringt.
- Reinigen Sie die Oberflächen vor der Desinfektion.
- Lassen Sie die Oberflächen vollständig trocknen, bevor Sie die gereinigten Gegenstände wieder verwenden oder für den Versand verpacken (11.5).

A. Reinigung und Low-Level-Desinfektion von Oberflächen

Marke/Hersteller	Zusammensetzung	Empfohlene Vorgehensweise
mikrozid (Schülke Mayr): gebrauchsfertige, vorgetränkte Desinfektionstücher	25 % Ethanol, 35 % Isopropanol	Wischen Sie die Aussenflächen vorsichtig mit den mit alkoholischer Wirkstofflösung getränkten Desinfektionstüchern ab und lassen Sie sie trocknen.
WEBCOL Alkoholtupfer (Kendall)	70 % Isopropanol	

B. Low-Level-Desinfektion

Marke/Hersteller	Zusammensetzung	Empfohlene Vorgehensweise
terralin protect (Schülke & Mayr)	22 % quartäre Ammoniumverbindungen (Alkyl(C12-16)dimethylbenzylammoniumchlorid), 17 % 2-Phenoxyethanol, 0,9 % Aminoalkylglycine, 5–15 % nichtionische Tenside.	Setzen Sie eine 2-prozentige Lösung an (z. B. 980 ml VE-Wasser plus 20 ml terralin protect). Wischen Sie die Aussenflächen vorsichtig ab. Warten Sie 15 Minuten. Wischen Sie abschliessend mit 70-prozentigem Isopropanol oder gebrauchsfertigen mikrozid-Tüchern nach. Lassen Sie die Flächen trocknen.

WARNUNG
Schalten Sie den LuMon™ Monitor vor der Reinigung immer aus und trennen Sie ihn vom Stromnetz.

WARNUNG
Setzen Sie den LuMon™ Monitor nicht starker Feuchtigkeit aus und lassen Sie keine Flüssigkeiten in den LuMon™ Monitor gelangen. Die Stecker und Konnektoren müssen jederzeit absolut sauber und trocken sein. Anderenfalls erhöht sich das Risiko eines elektrischen Schlags und/oder einer Beschädigung des Geräts.

VORSICHT
Die Verwendung von nicht empfohlenen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln kann Schäden bzw. Materialverschleiss am Gerät verursachen und so zu einem Ausfall des Geräts führen.

VORSICHT
Wird bei der Reinigung übermässige mechanische Kraft ausgeübt, kann das Schäden am Material des Geräts verursachen und so zu einem Ausfall des Geräts führen.

VORSICHT
Achten Sie darauf, die Oberflächen des LuMon™ Monitors oder des Gurt-Konnektors nicht mit scheuernden Reinigungsmitteln, Instrumenten, Bürsten oder Materialien mit rauer Oberfläche zu berühren, dagegen zu drücken oder zu scheuern und den Kontakt zu allem zu verhindern, das die Oberflächen des LuMon™ Monitors oder des Gurt-Konnektors verkratzen könnte.

VORSICHT
Verwenden Sie zur Reinigung des LuMon™ Monitors und des Gurt-Konnektors keine Lösungen auf Mineralölbasis oder mit Azeton oder anderen starken Lösungsmitteln. Diese Stoffe können die Materialien des Geräts angreifen und zu einem Ausfall des Geräts führen.

VORSICHT
Das LuMon™ System und sein Zubehör werden in nicht sterilem Zustand geliefert. Sterilisieren Sie keine Teile des Systems durch Strahlung, mit Dampf oder Ethylenoxid. Autoklavieren Sie das Gerät nicht und verwenden Sie keine Drucksterilisation.

HINWEIS
Der Bildschirm des LuMon™ Monitors lässt sich nur über Berührungen mit dem Finger bedienen. Die Verwendung von harten oder scharfen Gegenständen auf dem Touchscreen kann das Display dauerhaft beschädigen.

HINWEIS
Die Gurte sind für den Einsatz an nur einem Patienten vorgesehen und müssen nach der Verwendung entsprechend den geltenden Vorgaben für medizinische Abfälle entsorgt werden.

11.3 Ersetzen der Sicherungen des LuMon™ Monitors

Bevor Sie die Sicherungen des LuMon™ Monitors ersetzen, beenden Sie das Monitoring (10.3), schalten Sie den LuMon™ Monitor aus und trennen Sie ihn vom Stromnetz.

Zum Ersetzen der Sicherungen öffnen Sie den Sicherungshalter (Abbildung 5-2) mit einem Schraubendreher. Verwenden Sie zum Austausch nur spezifikationsgemässe Sicherungen (14.1).

11.4 Entsorgung von Einzelteilen des LuMon™ Systems

Entsorgen Sie alle Teile des LuMon™ Systems und alle davon entfernten Teile entsprechend den Vorschriften in Ihrer Einrichtung. Beachten Sie alle am Einsatzort geltenden Umweltschutzvorschriften.

WARNUNG
Alle Teile des LuMon™ Systems und alle Teile, die davon abgenommen werden, müssen als potenziell kontaminiert und als mögliche Infektionsquelle gelten. Entsorgen Sie alle vom Gerät entfernten Teile entsprechend den Vorschriften für medizinische Abfälle.

HINWEIS
Entsorgen Sie alle Teile des LuMon™ Systems und alle davon entfernten Teile entsprechend den Vorschriften in Ihrer Einrichtung bzw. den gesetzlichen Vorschriften. Für die Entsorgung von Produkten mit elektronischen Komponenten (der LuMon™ Monitor, sein Netzkabel, Gurt-Konnektoren und Gurte) gelten besondere Vorschriften. Unkorrekte Entsorgung kann zu einer schweren Umweltverschmutzung führen.

HINWEIS
Sentec möchte den Umweltschutz und die langfristige sichere und wirkungsvolle Anwendung dieses Produkts durch gute technische Unterstützung, Wartung und Schulung fördern. Aus diesem Grund werden die Produkte von Sentec so konzipiert und hergestellt, dass sie den relevanten Umweltschutzrichtlinien entsprechen. Wenn das Produkt ordnungsgemäss bedient und gewartet wird, stellt es keine Gefahr für die Umwelt dar. Das Produkt kann jedoch Materialien enthalten, die die Umwelt schädigen können, wenn sie nicht ordnungsgemäss entsorgt werden. Die Verwendung dieser Materialien ist für die Produktfunktionen und die Einhaltung aller gesetzlichen und sonstigen Anforderungen erforderlich.

11.5 Anleitung zum erneuten Verpacken und für den Transport

Wenden Sie sich, bevor Sie etwas an uns zurückschicken, bitte an Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder an die Sentec AG.

Die folgenden Anweisungen gelten für jeden Versand des LuMon™ Systems oder von Teilen davon an Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder an die Sentec AG.

- Soweit nicht anders besprochen schicken Sie bitte nur den LuMon™ Monitor und/oder den Gurt-Konnektor ein und kein Verbrauchsmaterial wie Gurte oder Kontaktmittel/-spray.
- Vor dem Versand müssen die Teile ordnungsgemäss desinfiziert werden (11.2). Sie müssen das ausgefüllte Desinfektionszertifikat (Formular „Certificate of Disinfection“) und, falls erforderlich, die Reparaturanforderung (Formular „Repair Request Form“) per E-Mail an die Sentec AG schicken und aussen an der Versandverpackung anbringen, z. B. in einer Dokumententasche. Sie erhalten diese Formulare im PDF-Format auf Anfrage von der Sentec AG (info-eit@Sentec.com).
- Verpacken Sie die Artikel in der Originalverpackung oder in einer anderen Verpackung, die das gleiche Mass an Schutz bietet. Verwenden Sie nur keimfreies Verpackungsmaterial.

HINWEIS
Alle Sendungen an Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder an die Sentec AG, die nicht von einem Desinfektionszertifikat (Formular „Certificate of Disinfection“) und ggf. der Reparaturanforderung (Formular „Repair Request Form“) begleitet sind, und Sendungen, die ohne schriftliche Genehmigung Ihrer zuständigen Vertretung für Sentec EIT oder der Sentec AG verschickt werden, werden unter Umständen auf Kosten des Absenders ungeöffnet zurückgesandt oder desinfiziert.

HINWEIS

Wir empfehlen, den LuMon™ Monitor mit voll aufgeladener Batterie zu verschicken. Laden Sie die Batterie, falls möglich, vor dem Versand des LuMon™ Monitors auf.

HINWEIS

Verschicken Sie KEINE Sprühdosen mit ContactAgent/LuMon™ Contact Spray, ausser Sie wurden ausdrücklich dazu aufgefordert. Sprühdosen mit ContactAgent/LuMon™ Contact Spray stehen unter Druck und müssen daher als „Gefahrgut" gekennzeichnet werden. In diesem Fall ist ein besonderes IATA-Formular erforderlich, und die Verpackung muss bestimmte Anforderungen erfüllen.

12 FEHLERBEHEBUNG

Wenn Sie bei einer Messung ein Problem vermuten, lesen Sie dieses Benutzerhandbuch und vergewissern Sie sich, dass Sie das System korrekt eingerichtet haben. Überprüfen Sie insbesondere die ordnungsgemässe Einrichtung (8.44) und die Eignung des gewählten *Analysemodus* (8.55). Abschnitt 6.6.2 enthält Massnahmen zur Behebung der Probleme, die hinter einer angezeigten Statusmeldung stehen können.

Wenn Sie das vermutete Problem bei einzelnen Messungen oder hinter Statusmeldungen nicht lösen können oder wenn Sie vermuten, dass Probleme auf das Gerät selbst zurückzuführen sind, dann wenden Sie sich an einen qualifizierten Techniker (z. B. einen Biomedizin-Techniker), an Ihre zuständige Vertretung für Sentec EIT oder an die Sentec AG. Eine vollständige und zutreffende Beschreibung des Problems hilft dem Techniker, das Problem einzugrenzen.

Möglicherweise werden Sie nach Angaben zur Systemkonfiguration gefragt, z. B.:

- Konfiguration des LuMon™ Monitors (LuMon™ Monitor – Adult oder LuMon™ Monitor – Neo) laut Angabe auf dem Ständer (Abbildung 5-1)
- Seriennummer des LuMon™ Monitors laut Typenschild (Abbildung 5-2)
- Softwareversionen des LuMon™ Monitors – GUI und TIC (14.3) – laut ScoutView-Bereich „Systemeinstellungen" (Abbildung 6-8).
- Seriennummer des Gurt-Konnektors laut Typenschild auf der MatchBox (Abbildung 5-3, Abbildung 5-4)
- „Konnektor"-Nummer laut ScoutView-Bereich „Systemeinstellungen" (Abbildung 6-8); in dieser Nummer sind die Hardware- und Softwareversionen des an den LuMon™ Monitor angeschlossenen Gurt-Konnektors codiert
- Serien- oder Chargennummer des Gurts bzw. der Gurte laut Typenschild oder – bei dem an den LuMon™ Monitor angeschlossenen Gurt – wie im ScoutView-Bereich „Patient" und „Gurt" angezeigt (Abbildung 6-7)

Eventuell müssen Sie auch Folgendes bereitstellen:

- Screenshots der grafischen Benutzeroberfläche (9.11), die bei der Dokumentation des vermuteten Problems helfen können
- die „LuMon™ Backup"-Datei (*.lbk) (9.12.2)
- die Datei „eitMonitorLog.zip" (9.12.3)

Falls Sie Geräte an einen qualifizierten Techniker oder einen *von Sentec autorisierten LuMon™ Techniker* zur weiteren Prüfung und/oder Reparatur einschicken müssen, gehen Sie bitte vor, wie in Abschnitt 11.5 in der Anleitung zum erneuten Verpacken und für den Transport beschrieben.

HINWEIS

Ausführliche Anleitungen zur Fehlerbehebung finden Sie im „Service Manual" (Wartungshandbuch) des LuMon™ Systems. Dieses Handbuch beschreibt Probleme, mögliche Ursachen und die empfohlenen Massnahmen, die Bediener, qualifizierte Techniker oder *von Sentec autorisierte LuMon™ Techniker* zur Behebung des Problems durchführen können.

Das „Service Manual" (Wartungshandbuch) für das LuMon™ System finden Sie unter www.Sentec.com/education/eit/plpm-eit/.

13 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

13.1 Systemleistung

Tabelle 13-1: Systemleistung

Parameter/Indizes/Funktionen	Eigenschaften	Spezifikationen
Atemfrequenz (RRi)	Messprinzip	auf Grundlage der Impedanz
	Einheiten	Atemzüge pro Minute (bpm)
	Anzeigebereich	4–66 bpm (Konfiguration für Erwachsene/Kinder) 4–138 bpm (Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge)
	Auflösung	1 bpm
	Genauigkeit (Arms)	Konfiguration für Erwachsene/Kinder ± 2 bpm über 5–60 bpm Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge ± 2 bpm über 5–70 bpm ± 4 bpm über 71–120 bpm ± 5 bpm über 121–130 bpm
Endexspiratorische Lungenimpedanz (EELI) Endinspiratorische Lungenimpedanz (EILI) Belüftung	Einheiten	beliebige Einheiten (Arbitrary Units, AU)
	Messbereich	nicht zutreffend
Relative tidale Dehnung (RTS)	Einheiten	%
	Messbereich	0–100 %
Zentrum der Belüftung (CoV)	Einheiten	%
	Messbereich	0–100 % für CoV(v) und CoV(h)
Silent Spaces Funktionelle Lungenbereiche (FLS) Dependent Silent Spaces (DSS) Nondependent Silent Spaces (NSS)	Einheiten	%
	Messbereich	0–100 % wobei: DSS + NSS = Silent Spaces und DSS + NSS + FLS = 100 %

HINWEIS

Die Angaben zur Genauigkeit der RRi wurden für beide Konfigurationen im Prüfstand mit einem *Kurven*simulator validiert. Zudem wurden diese Spezifikationen bei der Konfiguration für Erwachsene/Kinder in einer Studie mit gesunden erwachsenen Freiwilligen und einer grossen Bandbreite von *Atemfrequenzen* deutlich übertroffen. Die vom LuMon™ System ermittelten RRi-Werte wurden mit den Atemfrequenz-Werten verglichen, die den *Kurven* entsprachen, die als Orientierung für die Freiwilligen auf dem Bildschirm angezeigt wurden. Die RRi-Genauigkeit wird als „Arms" angegeben (A = Accuracy, Genauigkeit; rms = root-mean-square, Effektivwert). Die angegebene Schwankung beträgt ungefähr eine Standardabweichung, die 68 % der Grundgesamtheit umfasst.

13.2 Systemeigenschaften, Compliance und Kompatibilität

Tabelle 13-2: Allgemeine EIT-Eigenschaften

Allgemeine EIT-Eigenschaften	Spezifikationen
Anzahl der Elektroden	32
Bildrate	> 50 Hz
Einspeisestrom	0,7–3,7 mA_{rms}; 200 kHz ± 10 %
Signalqualität-Index	0–100 %
Thorax- und Lungenmodelle	Verschiedene Sätze von aus CTs ermittelten vordefinierten Thorax- und Lungenmodellen (9.1). Der für einen konkreten Patienten am besten geeignete Satz wird in der Konfiguration für Erwachsene/Kinder auf der Grundlage von Geschlecht und Body-Mass-Index (BMI) des Patienten ausgewählt. In der Konfiguration für Neugeborene und Säuglinge wird nur ein einziges CT-basiertes Modell verwendet. Hier berücksichtigt das LuMon™ System den Versatz der Elektroden um den Thorax gegenüber ihren angenommenen Standardpositionen.

Tabelle 13-3: Patientenlage

Eigenschaften	Spezifikationen
Drehung	Messbereich 0–360° Die Positionen Rückenlage, rechte Seitenlage, Bauchlage und linke Seitenlage entsprechen einem *Drehung*swinkel von 0°, 90°, 180° bzw. 270° (oder –90°).
Neigung	Messbereich 0–360° Zur Angabe der *Neigung* hat das Symbol „Neigung“ 7 Abstufungen, von denen jede einen bestimmten Bereich des *Neigung*swinkels angibt (6.6.1).

Tabelle 13-4: Umgebungsbedingungen

Umgebungsbedingungen	Eigenschaften	Teil	Spezifikationen
Temperatur	Betrieb:	LuMon™ Monitor	10 °C bis 35 °C
		SensorBeltConnector	10 °C bis 35 °C
		LuMon™ Connector	10 °C bis 38 °C
		SensorBelts	10 °C bis 35 °C
		LuMon™ Belts	10 °C bis 40 °C
		ContactAgent/ LuMon™ Contact Spray/NeoContactAgent	10 °C bis 40 °C
	Transport:	LuMon™ Monitor	–20 °C bis 60 °C
		SensorBeltConnector	–20 °C bis 70 °C
		LuMon™ Connector	–20 °C bis 65 °C
		SensorBelts	–25 °C bis 70 °C
		LuMon™ Belts	–25 °C bis 70 °C
		ContactAgent/LuMon™ Contact Spray	≤ 50 °C, vor Sonneneinstrahlung schützen
		NeoContactAgent	≤ 60 °C
	Aufrechte Lagerung:	LuMon™ Monitor	–20 °C bis 60 °C
		SensorBeltConnector	5 °C bis 40 °C
		LuMon™ Connector	5 °C bis 40 °C
		SensorBelts	5 °C bis 40 °C
		LuMon™ Belts	5 °C bis 40 °C
		ContactAgent	0 °C bis 25 °C, vor Sonneneinstrahlung schützen
		LuMon™ Contact Spray	0 °C bis 30 °C, vor Sonneneinstrahlung schützen
		NeoContactAgent	0 °C bis 30 °C
Luftdruck	Betrieb:	LuMon™ Monitor	660 bis 1060 hPa (10,15 bis 15,37 psi)
	Transport:	LuMon™ Monitor	500 bis 1060 hPa (7,25 bis 15,37 psi)
	Aufrechte Lagerung:	LuMon™ Monitor	500 bis 1060 hPa (7,25 bis 15,37 psi)

Relative Luftfeuchtigkeit	Betrieb:	LuMon™ Monitor	15 bis 90 %, nicht kondensierend
	Transport:	LuMon™ Monitor	10 bis 95 %, nicht kondensierend
	Aufrechte Lagerung:	LuMon™ Monitor	10 bis 95 %, nicht kondensierend
Schutzart (IEC 60529)		LuMon™ Monitor	IP22
		SensorBeltConnector	IP54 (MatchBox), IPX1 (ControlBox)
		LuMon™ Connector	IPX1

Tabelle 13-5: Systeminterne Kompatibilität

System	Systeminterne Kompatibilität
LuMon™ Monitor – Adult	unterstützt SensorBeltConnectors und SensorBelts ODER LuMon™ Connectors und LuMon™ Belts Adult
LuMon™ Monitor – Neo	unterstützt nur LuMon™ Connectors und LuMon™ Belts Neo

13.2.1 Compliance/Normen

Das LuMon™ System wurde in Übereinstimmung mit den folgenden Normen entwickelt.

Tabelle 13-6: Compliance/Normen

Eigenschaften	Teil	Normen
Sicherheit		IEC 60601-1
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	LuMon™ Monitor SensorBeltConnector/LuMon™ Connector SensorBelt/LuMon™ Belt	IEC 60601-1-2
Anwendungsteil Typ BF	SensorBelt/LuMon™ Belt	IEC 60601-1
Biokompatibilität	SensorBelt/LuMon™ Belt	ISO 10993
Mikroumgebungen mit Verschmutzungs-grad 2		IEC 60601-1

13.3 LuMon™ Monitor

Tabelle 13-7: Physikalische Eigenschaften

Eigenschaften	Physikalische Eigenschaften
Gewicht	< 4 kg
Abmessungen	30,8 cm x 21,8 cm x 10,1 cm
Befestigungsoptionen	Rollständer von Sentec für den LuMon™ Monitor die meisten VESA-Montagehalterungen für 75 x 75 (z. B. Rollständer, Wandmontagehalterungen/-schienen)
Tragbarkeit	Integrierter Tragegriff

Abbildung 13-1: Abmessungen des LuMon™ Monitors

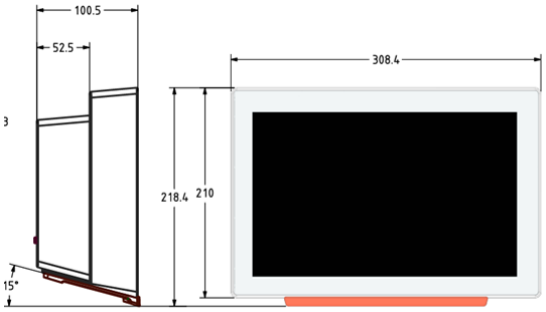


Tabelle 13-8: Display/Anzeigen

Eigenschaften	Wert
Display-Grösse	30,7 cm/12,1 Zoll
Display-Auflösung	1280 x 800 Pixel
Display-Typ	TFT-Touchscreen

Tabelle 13-9: Schalldruckpegel

Eigenschaften	Wert
Schalldruckpegel	< 40 dB(A) im Betrieb

13.3.1 Elektrische Spezifikationen des LuMon™ Monitors

Tabelle 13-10: Elektrische Spezifikationen

Eigenschaften	Spezifikationen	
Eingangsspannung	100 bis 240 V~ ±10 %, 50/60 Hz	
Stromaufnahme	max. 0,3 A bei 230 V	
	max. 0,6 A bei 100 V	
Interne Batterie	Typ	wiederaufladbare, versiegelte Lithium-Ionen-Batterie
	Kapazität	bis zu 1 Stunde (neue, voll aufgeladene Batterie)
	Ladedauer	ca. 5 Std.
Betriebsmodus	für Dauerbetrieb geeignet	

13.3.2 Kommunikationsschnittstellen

Tabelle 13-11 Kommunikationsschnittstellen

Kommunikationsschnittstellen	Beschreibung
Anschluss des Gurt-Konnektors	Zum Anschluss des SensorBeltConnectors/LuMon™ Connectors an den LuMon™ Monitor BF-Anwendungsteil, mit 2 MOPP gegen die anderen Schnittstellenanschlüsse isoliert
2 USB-Anschlüsse	USB 2.0 Standard (Typ A) Zur Verwendung von Speichermedien (≥ 1 GB), nur ohne externe Stromversorgung Zum Export von Daten und Screenshots sowie für Software-Upgrades
2 serielle Anschlüsse	RS/EIA-232 Nur für Wartungszwecke
1 LAN-Anschluss	100BASE-TX Nur für Wartungszwecke

13.4 Gurt-Konnektoren

Tabelle 13-12: Physikalische Eigenschaften der Konnektoren

Eigenschaften	SensorBeltConnector	LuMon™ Connector
Abmessungen	siehe Abbildung 13-2	siehe Abbildung 13-3
Gewicht	ca. 200 g	ca. 200 g
Länge des Kabels	ca. 2,5 m	ca. 2,5 m
Kompatibilität	LuMon™ Monitor – Adult SensorBelts	LuMon™ Monitor – Neo LuMon™ Belts

Abbildung 13-2: Abmessungen des SensorBeltConnectors

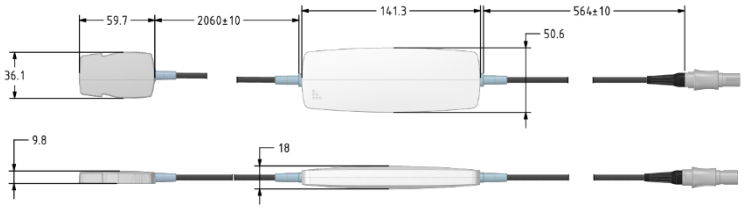
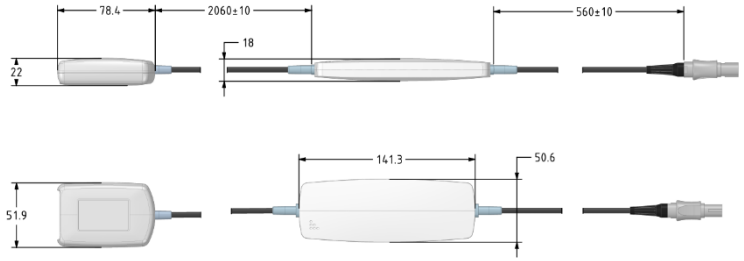


Abbildung 13-3: Abmessungen des LuMon™ Connectors



13.5 Gurte

Tabelle 13-13: Physikalische Eigenschaften der Gurte

Eigenschaften	SensorBelt	LuMon™ Belt Adult	LuMon™ Belt
Grössen	siehe Tabelle 13-14	siehe Tabelle 13-14.	siehe Tabelle 13-14
Breite (cm)	ca. 4,0	Approx. 4.0	ca. 2,8
Kompatibilität	LuMon™ Monitor – Adult SensorBeltConnector	LuMon™ Monitor - Neo LuMon™ Connector	LuMon™ Monitor – Neo LuMon™ Connector

Tabelle 13-14: Gurtgrössen

SensorBelt/LuMon™ Belt Adult	
Grösse	voller Unterbrustumfang in cm
80	78-88
92	88-100
104	100-114
116	114-130

LuMon™ Belt Neo	
Grösse	voller Unterbrustumfang in cm
19	17,0-20,5
22	20,5-24,0
26	24,0-28,0
30	28,0-32,5
35	32,5-37,5
40	37,5-43,5
47	43,5-52,0

Für die SensorBelts und LuMon™ Belts wurde gemäss ISO 10993-1 eine biologische Bewertung durchgeführt.

13.6 Kontaktmittel

Tabelle 13-15: Eigenschaften des Kontaktmittels

Eigenschaften	ContactAgent	LuMon™ Contact Spray	NeoContactAgent
Inhalt Sprühdose/ Flasche	100 ml	94 ml	25 ml

Eigenschaften	ContactAgent	LuMon™ Contact Spray	NeoContactAgent
Inhaltsstoffe (INCI)	Aqua, Dimethyl ether, Alcohol denat., Panthenol, Helianthus annuus seed oil, Urea, Glycerin, Cyclopentasiloxane, Cetearyl alcohol, Cetearyl glucoside, Laureth-9, Cyclohexasiloxane, Phenoxyethanol, Butane, Hexyldecanol, Hexyldecyl laurate, Disodium laureth sulfosuccinate, Propane, Isobutane, Ethylhexylgycerin, Lactic acid, Tocopherol.	Aqua, Glycerin, Butane, Sodium chloride, Isobutane	Aqua, Glycerol und Natriumchlorid

Für den ContactAgent/das LuMon™ Contact Spray und den NeoContactAgent wurde gemäss ISO 10993-1 eine biologische Bewertung durchgeführt.

13.7 Klassifikation der Geräte

Gemäss der europäischen Richtlinie 93/42/EWG und der EU-Verordnung 2017/745 gilt:

- Der LuMon™ Monitor, der SensorBeltConnector und der LuMon™ Connector sind Geräte der Klasse IIa.
- Der SensorBelt, die LuMon™ Belts, ContactAgent/LuMon™ Contact Spray und NeoContactAgent sind Geräte der Klasse I.

HINWEIS
Eine Kopie der EG-Konformitätserklärung kann beim Hersteller angefordert werden (Sentec AG, Kantonstrasse 14, 7302 Landquart, Schweiz).

13.8 EMV-Konformitätserklärung

Das LuMon™ System ist für den Betrieb in einer elektromagnetischen Umgebung bestimmt, wie sie im Folgenden angegeben ist.

Tabelle 13-16 Elektromagnetische Emissionen – Leitlinien und Herstellererklärung

Emissionsprüfung	Übereinstimmung	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
HF-Aussendungen CISPR 11	Gruppe 1	Das LuMon™ System verwendet HF-Energie nur für interne Funktionen. Daher ist seine HF-Aussendung sehr gering und es ist unwahrscheinlich, dass benachbarte elektronische Geräte gestört werden.
	Klasse A	Das LuMon™ System ist für den Gebrauch in allen Einrichtungen bestimmt, die keine Wohneinrichtungen sind und nicht unmittelbar an ein öffentliches Niederspannungsversorgungsnetz angeschlossen sind, das auch Wohngebäude versorgt.

Tabelle 13-17 Elektromagnetische Störfestigkeit – Leitlinien und Herstellererklärung

Störfestigkeitsprüfung	Prüfpegel nach IEC 60601	Übereinstimmungspegel	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
Elektrostatische Entladung (ESE) IEC 61000-4-2	± 8 kV Kontaktentladung ± 2 kV, ± 4 kV, ± 8 kV, ± 15 kV Luftentladung	± 8 kV Kontaktentladung ± 2 kV, ± 4 kV, ± 8 kV, ± 15 kV Luftentladung	Fussböden sollten aus Holz oder Beton bestehen oder mit Keramikfliesen versehen sein. Wenn der Fussboden mit synthetischem Material versehen ist, muss die relative Luftfeuchtigkeit mindestens 30 % betragen. Durch elektrostatische Entladungen können Messartefakte entstehen oder die Messung kann vorübergehend unterbrochen werden.
Schnelle transiente elektrische Störgrössen/ Bursts IEC 61000-4-4	± 2 kV für Netzleitungen ± 1 kV für Eingangs-/Ausgangsleitungen	± 2 kV für Netzleitungen ± 1 kV für Eingangs-/Ausgangsleitungen	Die Qualität der Versorgungsspannung sollte der einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen. Durch schnelle transiente elektrische Störgrössen können Messartefakte entstehen oder die Messung kann vorübergehend unterbrochen werden.
Stossspannung (Surge) IEC 61000-4-5	± 0,5 kV, ± 1 kV Aussenleiter – Aussenleiter ± 0,5 kV, ± 1 kV, ± 2 kV Aussenleiter – Erde	± 0,5 kV, ± 1 kV Aussenleiter – Aussenleiter ± 0,5 kV, ± 1 kV, ± 2 kV Aussenleiter – Erde	Die Qualität der Versorgungsspannung sollte der einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen.

Störfestigkeitsprüfung	Prüfpegel nach IEC 60601	Übereinstimmungspegel	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Schwankungen der Versorgungsspannung IEC 61000-4-11	< 5 % UT (1/2 Periode) 40 % UT (5 Perioden) 70 % UT (25 Perioden) < 5 % UT für 5 s	< 5 % UT (1/2 Periode) 40 % UT (5 Perioden) 70 % UT (25 Perioden) < 5 % UT für 5 s	Die Qualität der Versorgungsspannung sollte der einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen. Wenn der Dauerbetrieb des LuMon™ Systems auch bei Ausfall des Netzstroms erforderlich ist, wird empfohlen, den LuMon™ Monitor über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung oder eine Batterie zu versorgen.
Hinweis: UT ist die Wechselspannung aus dem Stromnetz vor der Anwendung des Prüfpegels.			
Magnetfeld der Versorgungsfrequenz (50/60 Hz) IEC 61000-4-8	100 A/m	100 A/m	Das Magnetfeld bei der Versorgungsfrequenz sollte charakteristischen Pegeln für einen Aufstellungsort in einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen.
Tragbare und mobile HF-Kommunikationsgeräte sollten nicht näher an irgendeinem Teil des LuMon™-Systems, einschliesslich der Kabel, verwendet werden als der empfohlene Abstand d, der anhand der für die Frequenz des Senders geltenden Gleichung berechnet wird.			
Geleitete HF-Störgrössen IEC 61000-4-6	3 Veff 6 Vrms [c)] in ISM-Bändern zwischen 0,15 MHz und 80 MHz 150 kHz bis 80 MHz	3 Veff 6 Vrms [c)] in ISM-Bändern zwischen 0,15 MHz und 80 MHz 150 kHz bis 80 MHz	Durch geleitete HF-Störungen können Messartefakte entstehen oder die Messung kann vorübergehend unterbrochen werden.
Gestrahlte HF-Störgrössen IEC 61000-4-3	3 V/m 80 MHz bis 6 GHz 9-28 V/m 385 MHz bis 5,785 GHz[d)]	3 V/m 80 MHz bis 6 GHz 9-28 V/m 385 MHz bis 5,785 GHz[d)]	d = 1,17 *SQRT(P) 80 MHz ot 800 MHz d =2,.33 *SQRT(P) 800 MHz ot 6 GHz Durch gestrahlte HF-Störungen können Messartefakte entstehen oder die Messung kann vorübergehend unterbrochen werden.
Feldstärken von ortsfesten HF-Sendern, die durch eine elektromagnetische Prüfung des Standorts[a] ermittelt wurden, sollten in allen Frequenzbereichen unter dem Konformitätswert liegen. In der Nähe von Geräten, die mit folgendem Symbol[b] gekennzeichnet sind können Störungen auftreten:			
Hinweis: Bei 80 MHz und 800 MHz gilt der höhere Frequenzbereich. Hinweis: Möglicherweise sind diese Leitlinien nicht auf alle Situationen anwendbar. Die elektromagnetische Ausbreitung wird durch Absorption und Reflexion von Strukturen, Gegenständen und Menschen beeinflusst.			
[a] Die Feldstärken ortsfester Sender (z. B. Basisstationen für Funktelefone (Mobil-/schnurlose Telefone) und mobile Landfunkgeräte, Amateurfunk, AM- und FM-Radio- sowie Fernsehsendungen) lassen sich theoretisch nicht präzise vorhersagen. Um die elektromagnetische Umgebung in Bezug auf ortsfeste HF-Sender zu bewerten, sollte eine elektromagnetische Prüfung des Standorts erwogen werden. Wenn die gemessene Feldstärke am Einsatzort des LuMon™ Systems den oben genannten HF-Konformitätswert überschreitet, sollte das LuMon™ System hinsichtlich seines normalen Betriebs beobachtet werden. Wenn eine abnormale Leistung beobachtet wird, können zusätzliche Massnahmen erforderlich sein, wie z. B. eine Neuausrichtung oder ein Standortwechsel des LuMon™ Systems.			
[b] Über dem Frequenzbereich von 150 kHz sollten 80 MHz Feldstärken unter 3 V/m liegen.			
[c] Die ISM (Industrial, Scientific & Medical) Bänder zwischen 0,15 MHz und 80 MHz sind 6,765 MHz bis 6,795 MHz, 13,553 MHz bis 13,567 MHz, 26,957 MHz bis 27,283 MHz und 40,66 MHz bis 40,70 MHz. Die Amateurfunkbänder zwischen 0,15 MHz und 80 MHz sind 1,8 MHz bis 2,0 MHz, 3,5 MHz bis 4,0 MHz, 5,3 MHz bis 5,4 MHz, 7 MHz bis 7,3 MHz, 10,1 MHz bis 10,15 MHz, 14 MHz bis 14,2 MHz, 18,07 MHz bis 18,17 MHz, 21,0 MHz bis 21,4 MHz, 24,89 MHz bis 24,99 MHz, 28,0 MHz bis 29,7 MHz und 50,0 MHz bis 54,0 MHz.			
[d] Immunität gegen Störfelder von drahtlosen HF-Kommunikationsgeräten.			

14 ANHANG

14.1 Zubehör, wichtige Ersatzteile und Dokumente für das LuMon™ System

WARNUNG
Verwenden Sie nur Geräte, Zubehörteile, Verbrauchsmaterial oder Komponenten, die von der Sentec AG geliefert oder empfohlen wurden. Die Verwendung anderer Teile kann zu Verletzungen, fehlerhaften Messungen und/oder Schäden am Gerät führen.

Tabelle 14-1: Teilenummern wichtiger Ersatzteile

Produkt	Teilenummer
Sicherungen	200110-107
Netzkabel mit Stecker Europa/Kontinent, 2,5 m	200120-134
Tragetasche für LuMon™ System	200140-200
Gerätewagen für LuMon™ Monitor	200240-100

Tabelle 14-2: Teilenummern für Zubehör

LuMon™ System Adult – LuMon™ Belt Adult	
Produkt	Teilenummer
LuMon™ Monitor - Adult	2ST200-100-01
LuMon™ Connector	1ST110-100
LuMon™ Belt 80	1ST282-100
LuMon™ Belt 92	1ST283-100
LuMon™ Belt 104	1ST284-100
LuMon™ Belt 116	1ST285-100
LuMon™ Contact Spray Kit	1ST226-100

LuMon™ System Neo	
Produkt	Teilenummer
LuMon™ Monitor Neo	2ST200-100-02
LuMon™ Connector	1ST110-100
LuMon™ Belt 19	1ST262-100
LuMon™ Belt 22	1ST263-100
LuMon™ Belt 26	1ST264-100
LuMon™ Belt 30	1ST265-100
LuMon™ Belt 35	1ST266-100
LuMon™ Belt 40	1ST267-100
LuMon™ Belt 47	1ST268-100
NeoContactAgent Kit	1ST232-100

LuMon™ System Adult - SensorBelt	
Produkt	Teilenummer
LuMon™ Monitor - Adult	2ST200-100-01
SensorBelt Connector	1ST101-100
SensorBelt 80	1ST203-100
Sensor Belt 92	1ST204-100
Sensor Belt 104	1ST206-100
SensorBelt 116	1ST207-100
ContactAgent Kit	1ST224-100

14.2 Terminologie

Tabelle 14-1: Terminologie für die Produktvarianten

Name	Definition – Produktvarianten
LuMon™ System (LMS)	LuMon™ System – Konfiguration für Erwachsene/Kinder (LMS-A), bestehend aus: • LuMon™ Monitor – Adult • SensorBeltConnector (SBC)/LuMon™ Connector (LMC) • SensorBelt (SB)/LuMon™ Belt Adult (LMBA) • ContactAgent (CA)/LuMon™ Contact Spray • Massband für Erwachsene/Kinder LuMon™ System – Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge (LMS-N), bestehend aus: • LuMon™ Monitor – Neo • LuMon™ Connector (LMC)

Name	Definition – Produktvarianten
	• LuMon™ Belt Neo (LMBN) • NeoContactAgent (NCA) • Massband für Neugeborene/Säuglinge
LuMon™ Monitor	LuMon™ Monitor – Adult (mit aktivierter Konfiguration für Erwachsene/Kinder) LuMon™ Monitor – Neo (mit aktivierter Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge)
Gurt-Konnektor	SensorBeltConnector (zum Anschluss des SensorBelts an den LuMon™ Monitor – Adult) LuMon™ Connector (zum Anschluss des LuMon™ Belts an den LuMon™ Monitor – Neo)
Gurt	SensorBelt/LuMon™ Belt Adult (für Erwachsene und Kinder/erhältlich in 4 Grössen) LuMon™ Belt Neo (für Neugeborene und Säuglinge/erhältlich in 7 Grössen)
Kontaktmittel	ContactAgent LuMon™ Contact Spray NeoContactAgent
Massband	Massband für Erwachsene/Kinder Massband für Neugeborene/Säuglinge

Tabelle 14-2: Terminologie für Sentec EIT

Bezeichnung	Definition/Masseinheiten (falls zutreffend)	Verfügbarkeit/ Ermittlung
Abbildung der Silent Spaces	Ein Bild, das die regionale Verteilung der *funktionellen Lungenbereiche* und der *Silent Spaces* zeigt, wobei letztere in *Dependent Silent Spaces* und *Nondependent Silent Spaces* unterteilt werden.	Berechnung einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Abbildung ohne Referenzdaten	Eine aus den *EIT-Rohdaten* rekonstruierte Abbildung, die die regionale Impedanzverteilung in der *Thorax-ROI* für ein bestimmtes Einzelbild zeigt. Die Pixelwerte werden in beliebigen Einheiten angegeben.	Berechnung einmal pro Einzelbild, alle Modi
Analyseintervall	Zeitintervall, in dem das LuMon™ System das Minimum, das Maximum oder das Mittel des *Plethysmogramms* ermittelt.	-
Analysemodus	Vom LuMon™ System verwendete Modi zur Analyse des *Plethysmogramms*. Sie ermitteln die Zeitpunkte für das Exspirationsende und das Inspirationsende, die für die Berechnung der atmungsbezogenen *EIT-Bilder* und *Indizes* sowie des *Plethysmogramm*-Mittelwerts über ein *Analyseintervall* benötigt werden. Der Umfang der zur Verfügung stehenden *EIT-Daten* hängt ebenfalls vom gewählten Analysemodus ab. Verfügbare Analysemodi sind der *atmungsbezogene* BB-Modus und die *zeitbezogenen* Modi TB-I und TB-II. Siehe 9.7.	-
Atemfrequenz (RRi)	Die aus dem *Plethysmogramm* ermittelte Atemfrequenz. Angegeben in Atemzügen pro Minute (bpm).	Berechnung des *Parameters* einmal pro Atemzug
atmungsbezogene EIT-Bilder und Indizes	*EIT-Bilder* und *Indizes* die folgendermassen ermittelt werden: i) aus Daten am Exspirationsende oder Inspirationsende oder ii) durch Subtraktion der Daten am Exspirationsende von den Daten, die beim dazugehörigen Inspirationsende des *Analyseintervalls* verfügbar sind. Im *BB-Modus* entsprechen diese Zeitpunkte dem Beginn und dem Ende der Inspiration bei erkannten Atemzügen. Im *TB-I-Modus* wird davon ausgegangen, dass die Werte für Minimum und Maximum, die innerhalb eines 15-Sekunden-Intervalls in beliebiger Reihenfolge auftreten können, atmungsbezogen sind. Sie werden nicht notwendigerweise als Exspirationsende und Inspirationsende desselben Atemzugs interpretiert. Hierzu gehören beispielsweise das *Dehnungsbild*, die *Abbildung der Silent Spaces* und *Indizes* wie EELI, EILI, FLS, *Silent Spaces*, DSS, NSS und das CoV.	-
BB-Modus	Einer der verfügbaren *Analysemodi*. Siehe 9.7.1.	-
Belüftung (MLI)	Mittel des *Plethysmogramms* im Laufe eines *Analyseintervalls* mit einer festen, vorher festgelegten Dauer. Die Belüftung hängt mit dem mittleren Lungenvolumen zusammen. Angegeben in beliebigen, nicht angezeigten Einheiten. Trendansicht mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall*, *TB-II-Modus*
Belüftungshorizont (HoV)	Die horizontale Ebene durch das *Zentrum der Belüftung*, senkrecht zum Schwerkraftvektor. Die horizontale Linie, die in einigen *EIT-Bildern* durch das *Zentrum der Belüftung* gezogen ist, entspricht der Linie, auf der die *Gurtebene* den HoV schneidet. Der HoV teilt *EIT-Bilder* in nicht abhängige („nondependent", oberer Teil) und abhängige („dependent", unterer Teil) Bereiche auf.	Berechnung einmal pro *Analyseintervall* und bei jeder *Drehung*sänderung, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Dehnungsbild	Ein Bild, das die regionale Verteilung der *relativen tidalen Dehnung* innerhalb der *Lungen-ROI* zeigt. Dehnungsbilder sollen die regionale Verteilung des Tidalvolumens in der Lunge darstellen. Die Pixelwerte werden als Prozentwert der maximalen tidalen Schwankung der Lungenpixel angegeben und anhand eines Farbschemas dargestellt.	Berechnung einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Dependent Silent Spaces (DSS)	Diejenigen *Lungenpixel* mit RTS-Werten von maximal 10 % und einer Position unterhalb des HoV, d. h. *Silent Spaces*, die sich in abhängigen Lungenbereichen befinden. Angegeben als Prozentsatz des Bereichs der *Lungen-ROI*.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall* und bei jeder *Drehung*sänderung, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Drehung	Die Drehung des Patienten um die Longitudinalachse, in der sich die Sagittal- und die Frontalebene schneiden. Die Rückenlage ist die Nullposition. Je weiter sich der Patient auf die rechte Seitenlage zu dreht, desto grösser ist der Drehwinkel. Wenn der Patient auf der rechten Seite liegt, beträgt die Drehung 90°. Winkelangabe in Grad.	Aktualisierung bei jeder Änderung der *Drehung*
EIT-Bild	Jedes Bild, das aus *EIT-Rohdaten* rekonstruiert oder abgeleitet wird.	-

Bezeichnung	Definition/Masseinheiten (falls zutreffend)	Verfügbarkeit/ Ermittlung
EIT-Daten	Die *EIT-Rohdaten* und alle daraus ermittelten *EIT-Bilder*, *Kurven, Indizes* und *Parameter*.	-
EIT-Rohdaten	Bei der EIT-Messung ermittelte Spannungswerte, also die Spannungen, die nach Anlegen sehr schwacher Wechselströme an der Oberfläche eines Körpers auftreten.	-
EIT-sensitive Region	Das Volumen innerhalb des Thorax, dessen Impedanzänderung zu den generierten *EIT-Daten* beiträgt, also das mittels EIT untersuchte Volumen innerhalb des Thorax. Die *EIT-sensitive Region* umgibt die *Gurtebene* und ist ungefähr linsenförmig: Nahe der Körperoberfläche entspricht die Dicke der *EIT-sensitiven Region* mindestens der Gurtbreite (Tabelle 13-13) und nimmt zur Thoraxmitte hin zu, bis sie ungefähr die Hälfte bis zwei Drittel der Thoraxbreite ausmacht.	
Endexspiratorische Lungenimpedanz (EELI)	Das Minimum des *Plethysmogramms* innerhalb eines *Analyseintervalls*. In der Annahme, dass dieses Minimum beim Exspirationsende auftritt, lässt es sich als *Lungenimpedanz* bei Exspirationsende und somit als *endexspiratorische Lungenimpedanz* interpretieren. Die EELI korreliert mit dem endexspiratorischen Lungenvolumen (EELV) beim Ausatmen gegen einen PEEP und beim Ausatmen unter Umgebungsdruck mit der funktionellen Residualkapazität (FRC) bei normaler Atmung bzw. dem Residualvolumen (RV) bei forcierter Exspiration. Angegeben in beliebigen, nicht angezeigten Einheiten. Trendansicht mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Endinspiratorische Lungenimpedanz (EILI)	Das Maximum des *Plethysmogramms* innerhalb eines *Analyseintervalls*. In der Annahme, dass dieses Maximum beim Inspirationsende auftritt, lässt es sich als *Lungenimpedanz* bei Inspirationsende und somit als *endinspiratorische Lungenimpedanz* interpretieren. EILI korreliert mit dem endinspiratorischen Lungenvolumen, und die Differenz zwischen EILI und EELI daher mit dem Tidalvolumen. Angegeben in beliebigen, nicht angezeigten Einheiten. Trendansicht mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
fehlerhafte Elektrode	Eine Elektrode mit unzureichendem Hautkontakt bzw. unzureichender Impedanzkopplung zur Haut. Dies geht mit einer überhöhten Impedanz des Hautkontakts einher, so dass die Einspeisung von Strömen und die Messung von Spannungen mit einer solchen Elektrode nicht möglich sind.	-
funktionelle Lungenbereiche (FLS)	Diejenigen *Lungenpixel* mit RTS-Werten von über 10 %. Die *funktionellen Lungenbereiche* zeigen den Anteil der Lungenbereiche mit einer nicht geringfügigen Impedanzänderung beim Atmen. Damit geben sie den Prozentsatz der belüfteten Lungenbereiche an. Sie hängen damit zusammen, was in der Fachliteratur als funktionelles Lungenvolumen [1] oder verfügbares Lungenvolumen angegeben wird, also der restliche belüftete Lungenanteil. Angegeben als Prozentsatz des Bereichs der Lungen-ROI.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
für jeden Atemzug oder *atmungs-bezogen* (BB)	Bezeichnet entweder einen der *Analysemodi* oder gibt an, dass ein Ereignis oder Vorgang für jeden Atemzug gilt.	-
globales dynamisches Bild	Ein Bild (Tomogramm), das für ein bestimmtes Einzelbild die regionale Impedanzverteilung in der *Thorax-ROI* (d. h. die *Abbildung ohne Referenzdaten*) im Vergleich zur Impedanzverteilung bei einer wechselnden Ausgangslage zeigt. In der Regel wird dieses Bild nicht als ein einzelnes, statisches Bild dargestellt, sondern als Echtzeit-Abfolge einer fortlaufend aktualisierten Serie von Tomogrammen, die wie ein Film wirkt. Die filmartige Anzeige der globalen dynamischen Bilder gibt einen optischen Eindruck von der Qualität und Plausibilität der Messwerte. Die Pixelwerte werden in beliebigen Einheiten gemessen und anhand eines Farbschemas dargestellt.	Berechnung einmal pro Einzelbild, alle Modi
Gurtebene	Die Ebene, die durch das Anlegen eines Gurts um den Brustkorb des Patienten definiert wird. Die Gurte für Erwachsene und Kinder folgen den Rippen in leicht schräger Ebene, die Gurte für Neugeborene und Säuglinge werden entlang der transversalen Ebene angelegt. Siehe 5.3.	-

Bezeichnung	Definition/Masseinheiten (falls zutreffend)	Verfügbarkeit/ Ermittlung
Gurtzeit	Die verbleibende Nutzungszeit für die Verwendung des Gurts. Wenn ein neuer Gurt an das LuMon™ System angeschlossen wird, beginnt das System die Zeit von der voreingestellten Gurtzeit bis null herunterzuzählen. Dieser Countdown wird unterbrochen, wenn der Gurt vom System getrennt wird, und wird fortgesetzt, wenn er wieder angeschlossen wird. Ein Symbol auf dem LuMon™ Monitor zeigt die Gurtzeit an und weist darauf hin, wenn die Gurtzeit abgelaufen ist. Wird in Stunden angegeben.	-
Index/Indizes	Eine in der Regel numerische Ausgabevariable, die anhand der *EIT-Rohdaten* berechnet wird. Indizes liefern klinischen Anwendern zusätzliche Informationen. Anhand der *EIT-Rohdaten* berechnete Indizes sind beispielsweise EELI, EILI, NSS, DSS und RTS.	-
Kurve	Die Änderung eines *Index* oder *Parameters* in Abhängigkeit von der Zeit. Eine aus den *EIT-Rohdaten* ermittelte Kurve ist beispielsweise das *Plethysmogramm*.	-
Lungenimpedanz (LI)	Die Gesamtimpedanz innerhalb der *Lungen-ROI* (d. h. die Summe der Impedanzwerte aller *Lungenpixel*) eines bestimmten Einzelbilds, wobei die Impedanzwerte aus der *Abbildung ohne Referenzdaten* übernommen werden. Die *Lungenimpedanz* ändert sich mit dem Lungenvolumen. Angegeben in beliebigen, nicht angezeigten Einheiten. Kurvendarstellung mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung (siehe *Plethysmogramm*)	Berechnung des Index einmal pro Einzelbild
Lungenkonturen	Die Konturen der *Lungen-ROI*.	Aktualisierung bei jeder Berechnung der *Lungen-ROI*, alle Modi
Lungenpixel	Ein Bildelement in der *Lungen-ROI*.	Aktualisierung bei jeder Berechnung der *Lungen-ROI*, alle Modi
Lungen-ROI	Eine aus CT-Bildern ermittelte anatomische *„Region of Interest"*, die die Lunge des Patienten in der *Gurtebene* eines vorschriftsmässig angelegten Gurts darstellt. Die Lungen-ROI und damit auch die *Lungenkonturen*, die für einen Patienten am besten geeignet ist, werden anhand von patientenspezifischen Daten aus einem Satz vordefinierter Lungen-ROI ausgewählt. Impedanzschwankungen innerhalb der Lungen-ROI sind normalerweise hauptsächlich auf Änderungen des Lungenvolumens durch die Lungenfunktion (Luft strömt in die Lungen, verteilt sich und strömt wieder heraus) zurückzuführen und in geringerem Masse auf die Perfusion und die Herztätigkeit.	Berechnung bei der Eingabe von Daten, die für die Ermittlung der *Thorax-ROI* und der *Lungen-ROI* benötigt werden, die am besten für den jeweiligen Patienten geeignet sind, alle Modi
Neigung	Die Drehung des Patienten um die Transversalachse, in der sich die Frontal- und die Transversalebene schneiden. Die Rückenlage ist die Nullposition. Je mehr sich der Patient der aufrechten Position zu neigt, desto grösser ist der Neigungswinkel. Wenn der Patient aufrecht sitzt oder steht, beträgt die Neigung 90°. Winkelangabe in Grad.	Aktualisierung bei jeder Änderung der *Neigung*
Nondependent Silent Spaces (NSS)	Diejenigen *Lungenpixel* mit RTS-Werten von maximal 10 % und einer Position oberhalb des HoV, d. h. *Silent Spaces*, die sich in nicht abhängigen Lungenbereichen befinden. Angegeben als Prozentsatz des Bereichs der *Lungen-ROI*.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall* und bei jeder *Drehung*sänderung, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Parameter	Eine in der Regel numerische physiologische Variable, die aus den *EIT-Rohdaten* abgeleitet werden kann und anhand einer klinischen Referenzmethode validiert wird. Der einzige Parameter dieser Art ist im LuMon™ System derzeit die *Atemfrequenz*.	-
Plethysmogramm	Eine *Kurve*, die die relativen Schwankungen der *Lungenimpedanz* über die Zeit darstellt. Gibt die relativen Schwankungen des Lungenvolumens im zeitlichen Verlauf wieder. Anzeige mit automatisch festgelegter Skaleneinteilung.	Berechnung einmal pro Einzelbild

Bezeichnung	Definition/Masseinheiten (falls zutreffend)	Verfügbarkeit/ Ermittlung
„Region of Interest" (ROI)	Der Bereich in einem *EIT-Bild*, an dem weitere Analysen vorgenommen werden können, beispielsweise zur Ableitung und Anzeige regionsbezogener Daten wie regionale *Kurven* oder regionale *Indizes*. Die derzeit bei der Sentec EIT verwendeten ROI sind die *Thorax-ROI* und die *Lungen-ROI*.	-
relative tidale Dehnung (RTS)	Die *tidale Schwankung der Lungenpixel*, die auf die maximale *tidale Schwankung der Lungenpixel* normalisiert wurde. Angegeben in % der maximalen *tidalen Schwankung der Lungenpixel*.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Signalqualität-Index	Die Anzahl der verwertbaren Spannungsmessungen pro Einzelbild als Anteil der 928 möglichen Spannungsmessungen. Angabe als Prozentwert der 928 möglichen Spannungsmessungen	Berechnung einmal pro Einzelbild, alle Modi
Silent Spaces	Diejenigen *Lungenpixel* mit RTS-Werten von maximal 10 %. Silent Spaces zeigen den Anteil der Lungenbereiche mit geringer oder keiner Impedanzänderung beim Atmen. Damit geben sie den Prozentwert der Lungenregionen an, die wenig oder nicht belüftet sind. Angegeben als Prozentsatz des Bereichs der *Lungen-ROI*.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall*, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
TB-II-Modus	Einer der verfügbaren *Analysemodi*. Siehe 9.7.3.	-
TB-I-Modus	Einer der verfügbaren *Analysemodi*. Siehe 9.7.2.	-
Thoraxkontur	Die Kontur der *Thorax-ROI*.	Aktualisierung bei jeder Berechnung der *Thorax-ROI*, alle Modi
Thoraxpixel	Ein Bildelement in der *Thorax-ROI*.	Aktualisierung bei jeder Berechnung der *Thorax-ROI*, alle Modi
Thorax-ROI	Eine aus CT-Bildern ermittelte anatomische *„Region of Interest"*, die den Thorax des Patienten in der *Gurtebene* eines vorschriftsmässig angelegten Gurts darstellt. Die *Thorax-ROI* und damit auch die *Thoraxkontur*, die für einen Patienten am besten geeignet ist, wird anhand von patientenspezifischen Daten aus einem Satz vordefinierter *Thorax-ROI* ausgewählt.	Berechnung bei der Eingabe von Daten, die für die Ermittlung der *Thorax-ROI* und der *Lungen-ROI* benötigt werden, die am besten für den jeweiligen Patienten geeignet sind, alle Modi
tidale Schwankung (TVi)	Die Differenz der *Lungenimpedanz* zwischen Inspirationsende und Exspirationsende innerhalb eines *Analyseintervalls* oder anders ausgedrückt die Änderung der *Lungenimpedanz* aufgrund der tidalen Ventilation. Da die Werte für die *endinspiratorische* und die *endexspiratorische Lungenimpedanz* mit dem endinspiratorischen und dem endexspiratorischen Lungenvolumen zusammenhängen, bezieht sich TVi im *BB-Modus* auf das in einem Atemzug eingeatmete Volumen bzw. gibt dieses im *TB-I-Modus* ungefähr an – also das Tidalvolumen (TV) bei normaler Atmung oder die inspiratorische Kapazität (IC) bei forcierter Inspiration. Angegeben in beliebigen, nicht angezeigten Einheiten.	Nur indirekt verfügbarer *Index* als Differenz zwischen den EILI- und EELI-Trends
vom Bediener einstellbarer Parameter	Eine Eingabevariable des LuMon™ Monitors, die vom Bediener angepasst oder eingegeben werden kann. Dazu gehören beispielsweise das Geschlecht und der Unterbrustumfang des Patienten, der Zeitbereich für Trends oder für das *Plethysmogramm*.	-
Von Sentec autorisierter LuMon™ Techniker	Ein qualifizierter Techniker, z. B. ein Biomedizin-Techniker, der das „LuMon™ System Service & Repair Training" (Schulung zur Wartung und Reparatur des LuMon™ Systems) erfolgreich abgeschlossen hat und autorisiert wurde (dokumentiert durch ein entsprechendes Zertifikat von Sentec EIT oder einer dazu autorisierten Stelle), Reparaturen am LuMon™ Monitor durchzuführen, bei denen das Gehäuse geöffnet werden muss, und Software-Updates und -Upgrades auf dem LuMon™ Monitor zu installieren.	-
voreingestellte Gurtzeit	Die ab Werk eingestellte Dauer für die Verwendung des Gurts. Wird in Stunden angegeben.	-
zeitbezogen („time-based", TB)	Einerseits eine Bezeichnung für zwei der *Analysemodi* – TB-I und TB-II – oder die Angabe, dass etwas wiederholt geschieht oder pro Zeitintervall durchgeführt wird, wobei dieses Zeitintervall eine feste und vorab festgelegte Dauer hat.	-

Bezeichnung	Definition/Masseinheiten (falls zutreffend)	Verfügbarkeit/ Ermittlung
Zentrum der Belüftung (CoV)	Gewichtetes geometrisches Zentrum der Belüftungsverteilung in der *Lungen-ROI*, berechnet durch die Gewichtung des Wertes für die *relative tidale Dehnung jedes Lungenpixels*. Das *Zentrum der Belüftung* ist eine funktionale EIT-Angabe zur Quantifizierung der Belüftungsverteilung. Der vertikale Anteil des Zentrums der Belüftung (CoV(v)) (9.10) gibt die Verteilung der Belüftung in vertikaler Richtung an und wird als Anteil der vertikalen Höhe der *Lungen-ROI* angegeben. Der horizontale Anteil des Zentrums der Belüftung (CoV(h)) (9.10) gibt die Verteilung der Belüftung in horizontaler Richtung an und wird als Anteil der horizontalen Breite der *Lungen-ROI* angegeben. Das CoV(v) definiert die Position des *Belüftungshorizonts* (HoV). Wird als Punkt im Bild dargestellt. Die Koordinaten werden als Prozentsatz der Breite von der *Lungen-ROI* angegeben und massstabsgerecht dargestellt.	Berechnung des *Index* einmal pro *Analyseintervall* Zusätzlich werden CoV(v) und CoV(h) bei jeder *Drehung*sänderung berechnet: *BB-Modus* und *TB-I-Modus*
Zentrum der homogenen Belüftung (CoV^{hom})	Das Zentrum der Belüftung bei einer homogenen in der *Lungen-ROI* verteilten Belüftung. Bei einer homogenen Belüftung wird davon ausgegangen, dass die Werte für die *relative tidale Dehnung* aller *Lungenpixel* identisch sind und mit gleicher Gewichtung zur Berechnung des *Zentrums der Belüftung* beitragen. Das CoV^{hom} liegt genau im geometrischen Mittelpunkt der *Lungen-ROI*. Wird als Punkt im Bild dargestellt. Es werden keine Koordinaten angegeben.	Berechnung des *Index* bei der Eingabe von Daten, die für die Ermittlung der *Thorax-ROI* und der *Lungen-ROI* benötigt werden, die am besten für den jeweiligen Patienten geeignet sind, *BB-Modus* und *TB-I-Modus*

14.3 Abkürzungen in diesem Benutzerhandbuch

Die Abkürzungen sind in alphabetischer Reihenfolge angegeben.

14.3.1 Abkürzungen für Sentec EIT, EIT allgemein und klinische Termini

BB	Atmungsbezogen
BMI	Body-Mass-Index
bpm	Atemzüge pro Minute
CA	ContactAgent
CoV	*Zentrum der Belüftung*
CoV(h)	horizontaler Anteil des CoV
CoV(v)	vertikaler Anteil des CoV
CoV^{hom}	*Zentrum der homogenen Belüftung*
CT	Computertomografie
DSS	*Dependent Silent Spaces (abhängig)*
ECMO	Extrakorporale Membranoxygenierung
EEG	Elektroenzephalografie
EELI	*Endexspiratorische Lungenimpedanz*
EELV	Endexspiratorisches Lungenvolumen
EILI	*Endinspiratorische Lungenimpedanz*
EIT	Elektrische Impedanztomografie
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyografie
EOG	Elektrookulografie
FLS	Entweder das funktionelle Lungenvolumen („Functional Lung Space") oder die funktionelle Lungengrösse („Functional Lung Size")
FRC	Funktionelle Residualkapazität
HFOV	Hochfrequenzbeatmung mit Oszillation
HoV	*Belüftungshorizont*
IC	Inspiratorische Kapazität
ICR	Intercostalraum
LI	*Lungenimpedanz*
LMBN	LuMon™ Belt Neo
LMBA	LuMon™ Belt Adult
LMC	LuMon™ Connector
LMCS	LuMon™ Contact Spray
LMS	*LuMon™ System*
LMS-A	LuMon™ System – Konfiguration für Erwachsene/Kinder
LMS-N	LuMon™ System – Konfiguration für Neugeborene/Säuglinge
LuFu	Lungenfunktion
LuFuView	Lungenfunktionsanzeige
LuMon	Lungenmonitor
MLI	Mittlere *Lungenimpedanz*
MRT	Magnetresonanztomografie
NCA	NeoContactAgent
NSS	*Nondependent Silent Spaces (nicht abhängig)*
ROI	*„Region of Interest", die genauer betrachtete Region*
RR	*Atemfrequenz*
RRi	Die aus der *Lungenimpedanz-Kurve* berechnete *Atemfrequenz*
RTS	*Relative tidale Dehnung*
RV	Residualvolumen
SB	SensorBelt
SBC	SensorBeltConnector
TB-I	*Zeitbezogener Modus I*
TB-II	*Zeitbezogener Modus II*
TIC	Tomografische Bildgebung („Tomographic Imaging Creation")
TV	Tidalvolumen
TVi	*Tidale Schwankung*
VentView	Belüftungsanzeige

14.3.2 Weitere Abkürzungen

%	Prozent
µt	Zeichen für Mikrotesla (Einheit der magnetischen Flussdichte)
A	Ampere
AC	Wechselstrom
Arms	Effektivwert der Genauigkeit
AU	Beliebige Einheiten („Arbitrary Units")
C	Celsius
CISPR	„Comité international spécial des perturbations radioélectriques" (Internationales Sonderkomitee für Funkstörungen)
cm	Zentimeter
dB(A)	A-bewerteter Schalldruckpegel: gibt die relative Lautstärke eines Geräuschs in der Luft an, die vom menschlichen Ohr wahrgenommen wird
DC	Gleichstrom
eff/rms	Effektivwert („root mean square" = quadratisches Mittel)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
ESE	Elektrostatische Entladung
FCC	„Federal Communications Commission", US-Behörde für die Kommunikation über Rundfunk, Satellit und Kabel
FIFO	„First-in First-out": immer die ältesten Daten werden durch neue Daten überschrieben
g	Gramm
GB	Gigabyte
GHz	Gigahertz
GUI	Grafische Benutzeroberfläche
h	Stunde
HF	Hochfrequenz

hPa	Hektopascal
Hz	Hertz
IEC	„International Electrotechnical Commission“, internationale Normungsorganisation für Elektrotechnik
INCI	Internationale Nomenklatur für kosmetische Inhaltsstoffe
IP	Schutzart
ISO	„International Organization for Standardization“: internationale Normungsorganisation
kg	Kilogramm
kHz	Kilohertz
kV	Kilovolt
LAN	Lokales Computernetz
m	Meter
mArms	Milliampere Effektivwert
MHz	Megahertz
min	Minuten
ml	Milliliter
mm	Millimeter
MOPP	„Means of Patient Protection“: Massnahmen zum Patientenschutz, ein Normbegriff für elektrische Sicherheit
psi	Eine in den USA gebräuchliche Masseinheit des Drucks („pounds per square inch“ = Pfund pro Quadratzoll)
RF	Hochfrequenz, Funkfrequenz („Radio Frequency“)
s	Sekunde
USB	Universal Serial Bus (universeller serieller Bus)
V	Volt
V~	Wechselspannung
V_{eff}	Effektivwert für die Spannung
W	Watt
WEEE	Elektro- und Elektronikgeräte-Abfall

14.4 Literatur

[1] Amato MB et al. "Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome". N Engl J Med. 2015; 372(8):747-55.

[2] Costa EL et al. "Electrical impedance tomography". Curr Opin Crit Care. 2009; 15(1):18-24.

[3] Frerichs I et al. "Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group". Thorax. 2017; 72(1):83-93.s

[4] Putensen C. et al. "Electrical Impedance Tomography for Cardio-Pulmonary Monitoring". J Clin Med. 2019; 8(8):1176.

[5] Lobo B. et al. "Electrical impedance tomography". Ann Transl Med. 2018; 6(2):26.

[6] Thürk F et al., "Effects of individualized electrical impedance tomography and image reconstruction settings upon the assessment of regional ventilation distribution: Comparison to 4-dimensional computed tomography in a porcine model". PLoS One 2017; 12(8):e0182215.

[7] West J et al. "West's Respiratory Physiology: The Essentials", Wolters Kluwer 2016.

[8] Lutfi MF. "The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements". Multidiscip Respir Med. 2017; 12:3.

[9] Frerichs I et al. "Simple Electrical Impedance Tomography Measures for the Assessment of ventilation Distribution". Am J Respir Crit Care Med. 2020; 201(3):386-8.

[10] Costa EL et al. "Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical impedance tomography". Intensive Care Med. 2009; 35(6):1132-7.

[11] Luepschen H et al. "Protective ventilation using electrical impedance tomography". Physiol Meas. 2007; 28(7):S247-60.

[12] Borges JB et al. "Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome". Am J Respir Crit Care Med. 2006; 174(3):268-78.

This page was intentionally left blank.

BITTE WENDEN SIE SICH BEI FRAGEN AN UNS!

Hersteller:

Sentec AG | Kantonsstrasse 14 | 7302 Landquart | Schweiz | www.Sentec.com |

Telefon: +41(0)81 330 09 70 | Fax: +41(0)81 330 09 71 | info-eit@Sentec.com