

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Unfallchirurgie

SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) - Score bei Polytraumapatienten -
Seine Bedeutung für Schweregradbeschreibung, Prognoseabschätzung und
Verlaufsbeschreibung

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
durch die Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

Vorgelegt von
Stefan Hicking
aus Essen
2004

Dekan: Univ.- Prof. Dr. rer. nat. K.- H. Jöckel
1. Gutachter: Prof. Dr. med. C. Waydhas
2. Gutachter: Prof. Dr. med. M. Haude

Tag der mündlichen Prüfung: 26. April 2005

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	4
Methode	19
Patienten	22
Ergebnisse	23
Demografische Daten	23
Verletzungsmuster	25
Liegezeit	30
Intubationszeit	31
Letalität	32
SOFA- Score	35
Diskussion	68
Zusammenfassung	77
Literaturverzeichnis	78
Anhang	83
Abkürzungsverzeichnis	83
Lebenslauf	84

Einleitung

Polytraumatisierung beschreibt die Verletzung mehrerer Organsysteme, die einzeln oder in ihrer Kombination lebensbedrohlich sind. Polytraumapatienten sind ein spezielles Kollektiv mit besonderen Merkmalen bezüglich des Alters, der Geschlechterverteilung, der Verletzungsart und -schwere [Crump, J.M. et al., 1988, Faist, E. et al., 1983]. Als weitere Besonderheit haben sie die auslösende Noxe bei Einlieferung auf die Intensivstation schon hinter sich. Die pathologischen Veränderungen sind daher als direkte Folge des eingetretenen Traumas in Gang gesetzt und nicht als Folge eines in seiner Ursache noch nicht kontrollierten Krankheitsprozesses zu bewerten.

Als häufige Traumafolge wird das multiple Organversagen [Faist, E. et al., 1983, Regel, G. et al., 1991] beschrieben. Mittlerweile wird der Begriff des Organversagens allerdings seltener benutzt. Aufgrund der Erkenntnis, einen eher dynamischen Prozess zu beschreiben, der sowohl Verschlechterung als auch Verbesserung der Organfunktion bedeuten kann, ist man zum Begriff des Multiorgandysfunktionssyndroms gelangt [Ertel, W. et al., 1994].

Um Organdysfunktionen zu erfassen und zu beschreiben wurden verschiedene Scores eingeführt. Für Traumapatienten wurden früher drei Scores benutzt: Goris-, Moore- und Marshall- Score [Goris, R.J.A., 1985, Marshall, J.C. et al., 1988, Moore, F.A. et al., 1993]. Später kamen mit dem SOFA-, Brussels- und LOD- Score weitere dazu [Bernard, G.R., 1997, Le Gall, J.R. et al., 1996, Vincent, J.L. et al., 1996].

Unterschiede zwischen den Scores finden sich in der unterschiedlichen Anzahl der einbezogenen Organsysteme, den Stufen der Dysfunktion und der Punkteanzahl pro Organ. Teilweise werden auch nur unterschiedliche Referenzwerte der benutzten Parameter verwendet [Grotz, M. et al., 2001, Lefering, R. et al., 1998].

Auch krankheitsübergreifende Scores finden beim Polytraumapatienten Anwendung. Dies sind APACHE II + III, SAPS II und MPM II [Knaus, W.A. et al., 1985, Knaus, W.A. et al., 1991, Le Gall, J.R. et al., 1993, Lemeshow, S. et al., 1993]. Sie wurden zur Vorhersage der Letalität kreiert. Sie bestehen hauptsächlich aus physiologischen Parametern und werden einmalig bei Aufnahme des Patienten erhoben.

Mit der Schwerpunktverlagerung vom Begriff des Organversagens weg hat sich auch die Fokussierung von der Betrachtung der Mortalität als Haupt- Outcome- Parameter in Richtung der Betrachtung der Morbidität verschoben [Nast- Kolb, D. et al., 2001]. Der Anspruch an moderne Scores besteht daher darin, Organdysfunktion in Entwicklung und Verlauf beschreiben zu können. Mit ihrer Hilfe soll es möglich werden, Organdysfunktion zu objektivieren und Therapien zu kontrollieren. Die neueren Scores sind bereits mit dieser Vorstellung entworfen worden.

Einer dieser Scores ist der SOFA- Score. Er wird im folgenden beschrieben und auf seine Anwendbarkeit bei Polytraumapatienten untersucht.

Der SOFA - Score

Der Score wurde 1994 als Sepsis- related Organ Failure Assessment- Score von der Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine ins Leben gerufen [Vincent, J.L. et al., 1996]. Aus einem Konsens entstanden, sollte er den Grad der Organdysfunktion bei Sepsispatienten darstellen. Später stellte sich heraus, dass die Anwendungsmöglichkeit des SOFA- Scores nicht nur auf Sepsis- Patienten beschränkt war, und der Score wurde in Sequential Organ Failure Assessment- Score umbenannt [Vincent, J.L. et al., 1998].

Mittlerweile ist er ein international etablierter Score für die Abschätzung des Grades von Organfehlfunktionen. Auch wurde eine gute Korrelation mit der Mortalität gezeigt [Vincent, J.L. et al., 1998].

Der SOFA- Score besteht aus sechs Einzelscores, die jeweils für ein Organsystem stehen (Zentrales Nervensystem, Herz, Lunge, Gerinnungssystem, Leber und Niere). Dabei kann jedes Organsystem einen Wert von Null (keine Dysfunktion) bis Vier (stärkste Dysfunktion) annehmen. Die Summe der sechs Einzelscores ergibt den SOFA- Score. Für die tägliche Bestimmung wird jeweils der schlechteste Wert innerhalb von 24 Stunden benutzt (Tabelle 1).

Die zugrunde liegenden klinischen Werte und Grenzen sind durch einen Konsens festgelegt und haben sich mittlerweile in mehreren Studien bewährt [Antonelli, M. et al., 1999, Bota, D.P. et al., 2002, Ceriani, R. et al., 2003, Engel, J.M. et al., 2003, Ferreira, F.L. et al., 2001, Hantke, M. et al., 2000, Janssens, U. et al., 2000, Junger, A. et al., 2002, Moreno, R. et al., 1999, Oda, S. et al., 2000, Pettilä, V. et al., 2002, Timsit, J.F. et al., 2002, Vincent, J.L. et al., 1996, Vincent, J.L. et al., 1998].

Tabelle 1: SOFA- Score

Organ	Parameter		Punkte			
			1	2	3	4
Lunge	PaO ₂ / FiO ₂	mmHG	≤ 400	≤ 300	≤ 200 mit Beatmung	≤ 100 mit Beatmung
Niere	Kreatinin oder Ausfuhrmenge	mg/dL ml/Tag	1,2 - 1,9 -	2,0 - 3,4 -	3,5 - 4,9 < 500	≥ 5,0 < 200
Leber	Bilirubin	mg/dL	1,2 - 1,9	2,0 - 5,9	6,0 - 11,9	> 12,0
Herz/Kreislauf	Blutdruck und Katecholamine	mmHG	MAP < 70	Katechol. niedrig*	Katechol. mittel*	Katechol. hoch*
Blut	Thrombozyten	1000/mm ³	≤ 150	≤ 100	≤ 50	≤ 20
ZNS	Glasgow Coma Scale		14 - 13	12 - 10	9 - 6	< 6

* Katecholamindosis
niedrig - Dopamin ≤ 5 oder Dobutamin (jede Dosis) für mind. 1 Stunde
mittel - Dopamin > 5 oder Adrenalin / Noradrenalin ≤ 0,1 µg/kg*min
hoch - Dopamin > 15 oder Adrenalin / Noradrenalin > 0,1 µg/kg*min

Merkmale des SOFA- Scores

Die SOFA- Einzelscores sorgen für eine hohe Spezifität im Hinblick auf die Funktionsbeschreibung der einzelnen Organe. Die Beschreibung von Dysfunktionen mehrerer Organe gleichzeitig ist ebenfalls gut darstellbar. Wie gut der SOFA- Score allerdings eventuelle Wechselwirkungen oder Folgen zweier oder mehrerer gleichzeitiger Organfehlfunktionen berücksichtigt ist schwer zu evaluieren, da diese komplexen Zusammenhänge noch nicht gut verstanden sind. Der SOFA- Score sollte daher nicht nur als ein Summenwert, sondern auch als Summe der Einzelscores verstanden und benutzt werden.

Die Bestimmung aus Routineparametern erlaubt eine schnelle Ermittlung und hat den Vorteil, dass sie im Rahmen des Routinemonitorings erhoben werden und keine zusätzlichen Tests oder diagnostische Maßnahmen notwendig sind. Der SOFA- Score kann daher leicht in den klinischen Ablauf eingebunden werden.

Objektivität wird durch die Unabhängigkeit vom Untersucher erreicht. Die meisten SOFA- Einzelscore- Werte basieren auf Parametern, die von Laboren erstellt werden. Diese unterliegen weiteren regelmäßigen Qualitätskontrollen durch entsprechende Kontrollorgane. Die Werte des respiratorischen SOFA- Einzelscores werden durch geeichte und leicht ablesbare Geräte ermittelt. Die Ausnahme bildet der GCS, der stark von Erfahrung und Einschätzung des Untersuchers abhängig ist. Zudem wird die zerebrale Funktion durch Intubation und Sedierung, die bei den meisten Intensivpatienten zumindest zu Beginn der Intensivphase vorliegen, beeinflusst, sodass eine verlässliche Abschätzung durch den GCS nicht möglich ist. Da es aber keinen Score gibt, der ohne großen Aufwand unter diesen Umständen genauere Abschätzungen bieten kann, und nicht zuletzt wegen seiner hohen Prognosefähigkeit wurde der GCS in den SOFA- Score einbezogen [Teasdale, G. et al., 1974].

Da die Parameter des SOFA- Scores eine reine Organdysfunktion darstellen, wird der Score durch Therapie beeinflusst. Er ist allerdings unabhängig von unterschiedlichen Therapieformen, da er die Auswirkungen der Therapien auf die Organe gleich misst. Wirkungen der Therapien können direkt abgeschätzt und unterschiedliche Therapieformen auf diese Weise verglichen werden. Eine Ausnahme bildet der kardiovaskuläre Einzelscore, der hauptsächlich durch die Dosis an Katecholaminen definiert ist. Die Herz / Kreislauf- Funktion wird hierbei ausschließlich durch das Therapieausmaß definiert. Dies ist auch ein wesentlicher Unterschied zum MODS [Marshall, J.C. et al., 1995], der hier die druckadaptierte Herzfrequenz benutzt. Die Abwägung einen sowohl leicht zu ermittelnden als auch einen therapieunabhängigen Score zu erstellen, fiel allerdings zugunsten der leichteren Handhabbarkeit des Scores aus. Es wurde jedoch gezeigt, dass der kardiovaskuläre Wert des SOFA- Scores im Vergleich zu dem des MODS eine bessere Korrelation mit dem Outcome hat [Bota, D.P. et al., 2002].

Teilweise kann der SOFA- Wert allerdings auch durch spezielle Therapien beeinflusst werden, ohne dass eine Änderung des Krankheitszustands vorliegt. Dies gilt zum Beispiel für den respiratorischen Wert bei dorsoventraler Wechsellagerung oder PEEP- Beatmung.

Eine Darstellung der Organdysfunktion durch den SOFA- Score kann zu verschiedenen Zeitpunkten geschehen. So zeigt der Aufnahme- SOFA den Status der Dysfunktion am Anfang der Behandlung. Die Tages- SOFA- Werte zeigen eine Dysfunktion zu späteren Zeitpunkten. Durch den Vergleich der beiden mit Hilfe des Delta- SOFA kann eine Veränderung des Status festgestellt werden. Diese kann entweder abhängig von der gewählten Therapieform oder von ihr unabhängig sein. Damit ist eine Möglichkeit der Verlaufs- und Therapiekontrolle gegeben. Dies ist hilfreich, um individuell entscheiden zu können, ob die gewählte Therapieform zur Verbesserung der Organsituation beiträgt, oder ob aggressivere oder weniger aggressive Therapieformen gewählt werden müssen.

Anwendungen des SOFA- Scores

Seit seiner Einführung wurde der Score in mehreren Arbeiten evaluiert. Tabelle 2 zeigt eine Auflistung der deutsch- und englischsprachigen Studien, die sich bisher mit der Auswertung des SOFA- Scores befasst haben.

Vincent et al. (1996) führten den SOFA- Score ein, um Multiorganfehlfunktion (Dysfunktion und Versagen) besser beschreiben, bessere Therapien entwerfen zu können und, wenn möglich, auch einen guten Parameter für das Decision- Making auf der Intensivstation zur Hand zu haben. Mit der Analyse des Tages- SOFA und des Aufnahme- SOFA an 1643 Patienten aus gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstationen zeigten sie eine Korrelation des SOFA- Scores mit der Mortalität. [Vincent, J.L. et al., 1996]

Vincent et al. (1998) benutzten den SOFA- Score, um Inzidenz und Schwere der Organdysfunktion abzuschätzen. An 1449 Patienten aus gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstationen zeigten sie erhöhte Mortalität bei hohem Maximum- SOFA und bei Multiorgandysfunktion (SOFA >2 Punkte bei mindestens zwei Organen gleichzeitig). Höhere SOFA- Werte entstanden bei Vorliegen einer Infektion bei Aufnahme. Patienten, die mindestens eine Woche auf der Intensivstation behandelt werden mussten, hatten höhere respiratorische, kardiovaskuläre und neurologische SOFA- Einzelscores. [Vincent, J.L. et al., 1998]

Antonelli et al. (1999) schätzten die Fähigkeiten des SOFA ab, um Entstehung von Organdysfunktion und -versagen bei Traumapatienten darzustellen. An 181 Traumapatienten zeigten sie erhöhte Mortalitäten bei höherem Alter, höherem Aufnahme- SOFA, Maximum- SOFA und höheren respiratorischen, kardiovaskulären, koagulatorischen und neurologischen Aufnahme- Einzelscores. Nach einer Liegezeit von 4

Tagen war nur der respiratorische SOFA- Einzelscore mit erhöhter Mortalität verbunden. Liegezeiten erhöhten sich bei hohem Tages- SOFA, Aufnahme- SOFA und Zuverlegung aus einem anderen Krankenhaus. [Antonelli, M. et al., 1999]

Moreno et al. (1999) testeten die Möglichkeiten des TMS und Delta- SOFA (berechnet aus dem TMS) als Beschreiber von Multiorganversagen und -dysfunktion. Hierzu führten sie den TMS ein, die Summe aus den maximalen SOFA- Einzelscores während der gesamten Liegezeit. Der Delta- SOFA ist der TMS minus dem Aufnahme- SOFA. An 1449 Patienten aus gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstationen wurde eine Korrelation des TMS und des Delta SOFA (berechnet aus dem TMS) mit der Mortalität gezeigt. Die maximalen Einzelscores ergaben eine relative Beteiligung am Versterben in folgender Reihenfolge kardiovaskulär > renal > neurologisch > koagulatorisch > respiratorisch. Der hepatische SOFA- Einzelscore zeigte diese Korrelation nicht. Erhöhte Letalitäten waren weiterhin festzustellen bei hohen maximalen respiratorischen und neurologischen SOFA- Einzelscores. Eine explorative Faktorenanalyse zeigte eine 2- Faktoren- Struktur bestehend aus dem Faktor 1 (respiratorischer, kardiovaskulärer und neurologischer SOFA- Einzelscore) und dem Faktor 2 (koagulatorischer, hepatischer und renaler SOFA- Einzelscore). Die Zeit bis zum Organversagen (mindestens ein SOFA- Einzelscore >2 Punkte) war kurz für SOFA- Einzelscores in folgender Reihenfolge neurologisch < respiratorisch, kardiovaskulär, renal und koagulatorisch < hepatisch. Die diskriminative Power war hoch für einige SOFA- Einzelscores: kardiovaskulär > renal > respiratorisch. [Moreno, R. et al., 1999]

Janssens et al. (2000) machten eine Auswertung des SOFA, TMS, Delta- SOFA (berechnet aus dem TMS) mit Schwerpunkt der Inzidenz von Organdysfunktion und prognostischem Wert im Hinblick auf Letalität und Liegezeit. An 303 kardiovaskulären Patienten zeigten

sich erhöhte Letalitäten bei höherem Aufnahme- SOFA, Tages- SOFA (bis 6 Tage), kardiovaskulären und respiratorischen SOFA- Einzelscores und Anzahl des Organversagens (mindestens ein SOFA- Einzelscore >2 Punkte). Erhöhte Liegezeiten ergaben sich bei erhöhten kardiovaskulären und respiratorischen SOFA- Einzelscores, sowie bei Zuverlegung aus einem anderen Krankenhaus. Die Zeit bis zu maximalen SOFA- Einzelscores zeigte folgende Reihenfolge: kardiovaskulär und respiratorisch < neurologisch < koagulatorisch. Das Todesrisiko war erhöht bei hohem Aufnahme- SOFA und hohen maximalen hepatischen, kardiovaskulären und respiratorischen SOFA- Einzelscores. [Janssens, U. et al., 2000]

Hantke et al. (2000) testeten die Anwendbarkeit des SOFA- Scores im Bezug auf APACHE II und MODS. An 874 chirurgischen Patienten wurde eine hohe Letalität bei hohem Tages- SOFA festgestellt. Es zeigten sich gleichgute ROC- Werte für den SOFA- Score wie für APACHE II und MODS. [Hantke, M. et al., 2000]

Oda et al. (2000) verglichen den SOFA mit dem CIS an 47 Patienten mit Multiorganversagen. Es zeigten sich gleich gute Aussagen für beide Scores. Erhöhte Letalitäten waren bei hohem Tages- SOFA und Maximum- SOFA festzustellen. [Oda, S. et al., 2000]

Ferreira et al. (2001) untersuchten den SOFA auf Discriminative Power. Erstmals wurde der Delta- Score als Differenz des Tages- SOFA mit dem Aufnahme- SOFA benutzt. An 352 Patienten aus gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstationen zeigten sich Korrelationen mit Mortalität für Aufnahme- SOFA, Tages- SOFA, Maximum- SOFA und Delta- SOFA (berechnet aus dem Tages- SOFA). Eine Korrelation der Liegedauer mit dem Delta- SOFA (berechnet aus dem Tages- SOFA) gab es allerdings nicht. [Ferreira, F.L. et al., 2001]

Bota et al. (2002) verglichen die Outcome- Vorhersage zwischen SOFA und MODS. An 949 Patienten aus gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstationen zeigten sie, dass der kardiovaskuläre SOFA- Einzelscore eine bessere Korrelation zum Outcome vorwies als der kardiovaskuläre Wert des MODS. [Bota, D.P. et al., 2002]

Junger et al. (2002) untersuchten die Vorhersagekraft auf Mortalität von SOFA und Ableitungen (Maximum- SOFA, TMS, Delta- Score (berechnet aus TMS)) für die komplett automatisierte Berechnung. An 524 chirurgischen Patienten zeigten sie, dass diese Berechnungsart nutzbar ist. [Junger, A. et al., 2002]

Timsit et al. (2002) überprüften die Genauigkeit des LODS im Vergleich mit SOFA. An 1685 Patienten aus gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstationen zeigte sich eine gute Genauigkeit und innere Konsistenz. [Timsit, J.F. et al., 2002]

Pettilä et al. (2002) verglichen die Skalen und Vorhersagekraft für Krankenhausletalität von drei Multiple- Organ- Dysfunction- Scores (SOFA, MODS und LOD). An 520 Patienten aus einer gemischt chirurgisch- internistischen Intensivstation zeigten sie eine Vergleichbarkeit der Vorhersage der Krankenhausletalität mit der des APACHE III- Scores. [Pettilä, V. et al., 2002]

Engel et al. (2003) untersuchten, inwieweit die in computergestützt erfassten SOFA- Daten enthaltene Information über Krankheitsverlauf und therapeutische Maßnahmen die Korrelation mit der Aufenthaltsdauer beeinflussen. An 524 chirurgischen Patienten zeigten sie eine Korrelation mit Liegedauer für Aufnahme- SOFA < Maximum- SOFA < TMS < Delta- SOFA (berechnet aus TMS). Überlebende mit Liegzeiten von > 20 Tagen hatten sinkende Tages- SOFA- Werte im Vergleich zu den Verstorbenen in dieser Zeitspanne. [Engel, J.M. et al., 2003]

Ceriani et al. (2003) schätzten die Anwendbarkeit des SOFA bei chirurgischen Patienten ab. An 218 kardial- chirurgischen Patienten ergaben sich erhöhte Letalitäten bei hohem Tages- SOFA, kardiovaskulären, neurologischen und hepatischen SOFA- Einzelscores, TMS, Delta- SOFA (berechnet aus TMS) und Anzahl des Organversagens (mindestens ein SOFA- Einzelscore >2 Punkte). Die Mortalitätsdiskrimination war gut bei Aufnahme- SOFA, Maximum- SOFA, TMS und Delta- SOFA (berechnet aus TMS). Erhöhte Liegedauern zeigten sich bei hohem TMS und Delta- SOFA (berechnet aus TMS).
[Ceriani, R. et al., 2003]

Tabelle 2: Zusammenfassung der Arbeiten über den SOFA- Score

Erscheinungsjahr Autor	Titel	Patientenzahl	Art des Patientenkollektivs
1996 Vincent et al.	The SOFA- Score to describe organ dysfunction / failure	1643	Chirurgisch / Internistisch
1998 Vincent et al.	Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction / failure in intensive care units	1449	Chirurgisch / Internistisch
1999 Antonelli et al.	Application of SOFA score to trauma patients	181 aus 1449	Traumapatienten
1999 Moreno et al.	The use of maximum SOFA to quantify organ dysfunction/failure in intensive care	1449	Chirurgisch / Internistisch
2000 Janssens et al.	Evaluation of the SOFA score: A single- center experience of a medical intensive care unit in 303 consecutive patients with predominantly cardiovascular disorders	303	Kardiovaskulär
2000 Hantke et al.	Der SOFA- Score in der Beurteilung septischer Krankheitsbilder: Beziehung zu MOD- und APACHEII- Score	874	Chirurgisch / Internistisch
2000 Oda et al.	Comparison of SOFA and CIS for scoring of severity for patients with Multiple Organ Dysfunction Syndrome	47	multiple Organversagen
2001 Ferreira et al.	Serial evaluation of the SOFA to predict outcome in critically ill patients	352	Chirurgisch / Internistisch
2002 Bota et al.	Multiple Organ Dysfunction Score versus SOFA in outcome prediction	949	Chirurgisch / Internistisch
2002 Junger et al.	Discriminative power on mortality of a modified SOFA for complete automatic computation in an operative Intensive Care Unit	524	Chirurgisch
2002 Timsit et al.	Calibration and discrimination by daily Logistic Organ Dysfunction scoring compared with SOFA scoring predicting mortality	1685	Chirurgisch / Internistisch
2002 Petillä et al.	Comparison of multiple organ dysfunction scores in the prediction of hospital mortality in the critically ill	520	Chirurgisch / Internistisch
2003 Engel et al.	Korrelation eines automatisch generierten SOFA- Scores und seiner abgeleiteten Größen mit der Liegedauer auf einer operativen Intensivstation	524	Chirurgisch
2003 Ceriani et al.	Application of the SOFA to cardiac surgical patients	218	Kardiologisch - chirurgisch

Vergleiche mit anderen Scores

Ein Vergleich von organfunktion- beschreibenden Scores mit dem SOFA- Score ist bisher nur für den MOD- Score erfolgt, der eine leichte Überlegenheit des SOFA- Scores für den kardiovaskulären Parameter zeigt [Bota, D.P. et al., 2002].

Studien zeigten eine gute Predictive Power von LOD- , SOFA- und MOD- Score untereinander wie im Vergleich mit APACHE III [Junger, A. et al., 2002, Pettilä, V. et al., 2002, Timsit, J.F. et al., 2002]. Im Vergleich zu Prognose- Scores bestehen Vorteile in der täglichen Neubestimmung. Das Krankheitsgeschehen wird somit nicht als Ereignis, sondern als Prozess dargestellt. Fälle, in denen sich Organversagen erst im Verlauf des Aufenthalts entwickelt oder der Grad der Störung variiert, können viel präziser beschrieben werden.

Motivation der Studie

Bis jetzt hat sich erst eine Studie mit der Anwendung des SOFA- Scores bei Traumapatienten befasst [Antonelli, M. et al., 1999]. Hier wurde die Anwendung des SOFA- Scores im Hinblick auf Dysfunktion, Outcome und Liegedauer untersucht und gezeigt, dass der SOFA- Score auch für dieses Kollektiv anwendbar ist. Dabei handelt es sich um eine Multicenter- Querschnittsstudie aus 40 Intensivstationen in 16 Ländern. Durchschnittlich hat demnach jede Intensivstation rund fünf Patienten beigesteuert. Setzt man Unterschiede in der Erfahrung der Behandlung von Traumapatienten voraus, sind starke Inhomogenitäten möglich. Auch durch die große Anzahl teilnehmender Länder mit unterschiedlichen Versorgungssystemen können schlecht definierbare Variationen entstehen, die den Stellenwert und die Zuverlässigkeit des SOFA- Scores für dieses spezielle Kollektiv beeinflussen können. Der SOFA- Score wurde zur Abschätzung der

Mortalität und Liegedauer über den Zeitraum von 10 Tagen verwendet. Dazu wurden Aufnahme- SOFA und Maximum- SOFA benutzt.

Eine Längsschichtuntersuchung an einem homogenen Traumapatientenkollektiv an einer oder wenigen Intensivstationen fehlt bisher.

Die Merkmale unserer Studie sind: Alle Daten wurden in einer Intensivstation erhoben. Dazu wurde ein speziell auf Traumapatienten ausgelegtes prospektives Register benutzt. Die Beschreibung des Kollektivs ist daher mit Hilfe von mehreren Parametern (AIS, ISS, RTS, TRISS, GCS) möglich, was genauere Aussagen über die Fähigkeiten des SOFA-Scores erlaubt [Baker, S.P. et al., 1974, Boyd, C.R. et al., 1987, Champion, H.R. et al., 1989, Committee on Medical Aspects of Automotive Safety, 1971, Teasdale, G. et al., 1974]. Die untersuchte Liegedauer liegt bei zwanzig Tagen.

Als Grundlage nahmen wir Marshalls Modell zur Beschreibung des Outcomes bei Organdysfunktion [Marshall, J.C., 1999]. Wir benutzten den Aufnahme- Score, um die Schwere des Organversagens zu Beginn darzustellen. Der tägliche Score beschreibt die Schwere der Organdysfunktion zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Weiterhin schlägt Marshall die Benutzung eines aggregierten Scores vor, der nur die schlechtesten Werte der einzelnen Organe über einen gewissen Zeitraum summiert und somit die Schwere des Organversagens über einen längeren Zeitraum darstellt. Einige Studien haben daraufhin den TMS [Moreno, R. et al., 1999] entwickelt. Er fasst die schlechtesten SOFA- Einzelscore- Werte am Ende der gesamten Intensivphase zusammen. Unserer Ansicht nach ist dieser Score nur für die rein retrospektive Analyse hilfreich und kann nicht beim Decision- Making während der Behandlung eines Patienten angewandt werden. Daher haben wir auf die Untersuchung dieses Scores verzichtet.

Auch schlägt Marshall einen sogenannten Delta- Score als Differenz aus dem aggregierten und dem Aufnahme- Score vor. Dieser soll die Veränderung der Organfunktion während

der Intensivphase beschreiben. Auch hier wurde bereits eine Umsetzung entwickelt, die auf dem TMS basiert und damit nicht zur Analyse während der Behandlung eines Patienten einbezogen werden kann. Aus den oben genannten Gründen haben wir auch diesen Score nicht genauer untersucht.

Legt man Marshall anders aus, so kann man für den aggregierten Score auch den Zeitraum der bis zu einem gewissen Zeitpunkt abgelaufenen Intensivphase benutzen. Dies hat den Vorteil, dass man diesen Score ins Decision- Making einbeziehen kann. Ein daraus entwickelter Delta- Score hätte allerdings den Nachteil, dass er bei Organfunktionsverbesserung eingefroren bleibt, da er mit dem aggregierten Score immer den schlechtesten erreichten Wert benutzt.

Aus diesen Gründen benutzten wir einen Delta- Score bestehend aus der Differenz des Tages- SOFA mit dem Aufnahme- SOFA. Es besteht damit die Möglichkeit zur Beurteilung der Funktionsänderung auch nach Besserung der Organfunktion. Genauer gesagt: Eine Funktionsverbesserung kann nur so festgestellt werden. Auch kann der von uns benutzte Delta- Score eine Veränderung der Organfunktion ab Aufnahmezeitpunkt unabhängig von der maximalen Organschädigung darstellen. Natürlich besteht die Möglichkeit, den Score ins Decision- Making einzugliedern.

Diese Eigenschaften bewirken, dass der Delta- Score schon während der Intensivphase viel einfacher und übersichtlicher dazu beitragen kann, jegliche Veränderung der Organfunktionen eines Patienten darzustellen.

Benutzt wurde der Delta- Score schon von Ferreira [Ferreira, F.L. et al., 2001], allerdings nur bis zum zweiten Tag nach Aufnahme. Dort zeigte er eine gute Korrelation der Mortalität. Wir haben den Delta- Score über längere Zeit untersucht.

Fragestellungen

Ziel der Studie ist es zu untersuchen, ob mit Hilfe des SOFA- Scores und seiner Ableitungen Aufnahme- SOFA, Tages- SOFA, Maximum- SOFA und Delta- SOFA bei Traumapatienten Schlussfolgerungen im Hinblick auf das Outcome gezogen werden können. Als Outcome- Parameter benutzen wir Liegezeit, Intubationszeit und Letalität. Weiterhin wird untersucht, ob durch den SOFA- Score eine gute Beschreibung der Organdysfunktion zu erreichen ist.

Aufnahme- SOFA, Maximum- SOFA und Delta-SOFA werden auf ihre Korrelation mit dem Outcome untersucht. Von Tages- SOFA und Delta- SOFA untersuchen wir die Aussagekraft der Werte, indem wir den Status der Organdysfunktion zu einem bestimmten Zeitpunkt mit dem danach folgenden Outcome korrelieren. Es wird getestet, ob mithilfe der aktuellen Tages- SOFA- und Delta- SOFA- Werte eine Voraussage über das Sterblichkeitsrisiko und die verbleibende Liegezeit möglich ist. Damit wollen wir sehen, wie gut der SOFA- Score zum Decision- Making während der Intensivphase geeignet ist. Dies ist wichtig einerseits für den einzelnen Patienten als auch im Hinblick auf Ressourcenplanung und Kostenmanagement. Letzteres hat in letzter Zeit an Bedeutung zugenommen [Moerer, O. et al., 2002].

Methode

Die Studie wurde in der Abteilung für Unfallchirurgie an der Universitätsklinik Essen retrospektiv durchgeführt. Alle konsekutiven Patienten, die im Zeitraum vom 1.5.1998 bis 30.4.1999 ein Trauma erlitten, in den Schockraum eingewiesen, dort nicht verstorben und auf die unfallchirurgische, die allgemeinchirurgische oder die neurochirurgische Intensivstation verlegt worden waren, wurden einbezogen.

Es handelt sich damit nur um Patienten, die die Kriterien für eine Einweisung in den Schockraum erfüllten (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Kriterien für die Einweisung in den Schockraum
(mindestens ein Kriterium muss erfüllt sein)**

Unfallmechanismus	Vitalparameter	Verletzungsmuster
Sturz aus 5 m Höhe	Glasgow- Coma- Scale < 10	Instabiler Thorax
Explosionsverletzung	Syst. Blutdruck < 80 mmHg	Offene Thoraxverletzung
Einklemmung / Verschüttung	Atemfrequenz < 10 od. > 29 / Minute	Proximale Amputation von großen Gliedmaßen
Tod eines Beifahrers	Sauerstoffsättigung im Blut < 90 %	Rippenserienfraktur bei Zusatzverletzungen
Fußgänger oder Radfahrer angefahren		Frakturen von > 1 Röhren- knochen an den Beinen
Motorrad oder Autounfall mit höherer Geschwindigkeit		

Eingeschlossen wurden alle Patienten unabhängig von Alter und Intensivliegedauer.

Datenquellen: Für GCS, RTS, AIS, ISS und TRISS konnten wir auf das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (Daten unserer Abteilung) zurückgreifen.

Hierbei handelt es sich um eine prospektiv geführte deutschlandweite Erhebung von Eckdaten von Polytraumapatienten. Die Daten werden zu vier verschiedenen Zeitpunkten erfasst: A. am Unfallort, B. im Schockraum, C. bei Aufnahme auf die Intensivstation, D. bei Entlassung von der Intensivstation. Alle Werte werden nach Eingabe nochmals auf

Korrektheit überprüft und unterliegen automatisierten Qualitätschecks. GCS und RTS werden am Unfallort bestimmt, AIS, ISS und TRISS bei Entlassung. Fehlende Werte kamen beim RTS, TRISS und GCS vor. In 97% der Fälle war der Grund dafür eine Zuverlegung aus einem anderen Krankenhaus.

Tägliche SOFA- Werte wurden aus den Intensivstationsdaten berechnet [Vincent, J.L. et al., 1996]. Beim SOFA- Score wurde auf den neurologischen Wert verzichtet, da der Glasgow Coma Scale bei Intensivpatienten durch Intubation und Sedierung nicht zuverlässig zu bestimmen war. Die Werte, die innerhalb von 24-Stunden- Abschnitten am meisten von der Norm abwichen, wurden benutzt. Fehlende Werte wurden als Mittelwert des vorherigen und des nachfolgenden errechnet. Konnte ein Wert auf diese Weise nicht bestimmt werden, wurde er als fehlend angesehen.

Die Mortalität wurde zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem Krankenhaus festgelegt. Intubationszeit ist die Zeit, die der Patient auf der Intensivstation intubiert war. Liegezeit ist die auf der Intensivstation verbrachte Zeit.

Der Tages- SOFA ist der SOFA- Wert am jeweiligen Tag. Der Aufnahme- SOFA ist der Tages- SOFA am Tag der Aufnahme. Maximum- SOFA ist der höchste erreichte Tages- SOFA während der Liegezeit. Die SOFA- Einzelscores sind die fünf Organwerte, aus denen der Tages- SOFA errechnet wird. Delta- SOFA ist die Differenz von Tages- SOFA und Aufnahme- SOFA.

Die Ermittlung von Mittelwerten, Standardabweichungen, Medianwerten und p- Werten sowie die Erstellung von Grafiken und Statistiken wurden mit dem Programm SPSS (PC- Version 10.0.7) durchgeführt.

Es folgte eine Auswertung der demographischen Daten und des SOFA- Scores mit seinen Ableitungen im Hinblick auf die Outcome- Parameter. Es zeigte sich eine starke Korrelation der Liegezeit mit der Intubationszeit (Tabelle 6 und Abbildung 7), sodass im Weiteren auf eine getrennte Auswertung verzichtet wurde.

Eine Verminderung der Patientenzahl bei der Analyse des Delta- SOFA kommt schon ab dem ersten Tag zustande, da der Score selber eine Differenz zwischen zwei Tages- SOFA- Werten darstellt. Patienten, die insgesamt nur einen Tag auf der Intensivstation liegen, haben daher keinen Delta- SOFA- Wert. Das Gleiche gilt entsprechend für die Delta- SOFA- Werte der anderen Tage.

Als Todesursache wurde diejenige Diagnose gesehen, die für den Tod des Patienten verantwortlich gemacht wurde. Wir unterschieden zwischen Organversagen und Versterben wegen sonstiger Komplikation. Organversagen lag vor, wenn die diagnostischen Werte eines durch den Unfallvorgang unverletzten Organs derart von der Norm abwichen, dass diese Abweichung für den Tod des Patienten verantwortlich gemacht wurde. Sonstige Komplikationen waren direkte Verletzungen von Organen, wie zum Beispiel das Schädel- Hirn- Trauma oder akute Komplikationen wie Blutungen und Embolien.

Um das Sterblichkeitsrisiko und die verbleibende Liegezeit anhand des aktuellen Tages- SOFA abschätzen zu können, wurden in den jeweiligen Zeitfenstern Patienten mit übereinstimmenden Tages- SOFA- Werten gruppiert und die Letalität und mediane Restliegezeit dieser Gruppe notiert. Das gleiche Prinzip wurde für Patienten mit gleichen Delta- SOFA- Werten angewandt.

Patienten

Von den insgesamt 205 Patienten, welche die Einschlusskriterien erfüllten, waren von 29 Patienten nur die allgemeinen Daten aus dem Traumaregister vorhanden, die Intensivdaten lagen jedoch nicht vor. Sie waren weder als Original noch als Mikroverfilmung aufzufinden. Es besteht die Möglichkeit, dass diese Patienten zwar in den Schockraum, von dort aber nicht auf die Intensivstation oder auf andere Stationen gelangten. Auch nach weiteren Nachforschungen konnten diese Daten nicht aufgefunden werden. Die Patienten mit fehlenden Verlaufsdaten wiesen einen signifikant niedrigeren GCS und RTS sowie eine höhere Gesamtverletzungsschwere bei schwerem abdominellen, thorakalen und Extremitätentrauma auf. Bezüglich der übrigen Parameter waren beide Gruppen vergleichbar (Tabelle 4). Es bleiben 176 Patienten mit vorhandenen Datensätzen anhand derer die Auswertungen erfolgten.

Tabelle 4: Darstellung Studienpatienten und Patienten mit fehlenden Verlaufsdaten
(\pm Standardabweichung, Patientenzahl n=176, sonst in Klammern)

	Studienpatienten	Patienten mit fehlenden Verlaufsdaten	p- Wert
Patientenzahl	176	29	
Alter	Mittelwert: 40 ± 21	Mittelwert: 37 ± 18	0,35
Bereich	0 - 88	4 - 70	
Geschlecht (m/w)	74 % (130) / 26 % (46)	79% (23) / 21 % (6)	0,95
Letalität	14,2 % (25)	13,8 % (4)	0,53
GCS	$12 \pm 4,2$ (130)	$8,5 \pm 5,2$ (24)	< 0,01
RTS	$6,9976 \pm 1,495$ (116)	$6,069 \pm 2,0633$ (19)	0,01
AIS Kopf/ Hals	$2,7 \pm 2,2$	$2,6 \pm 2,4$	0,39
Gesicht	$0,52 \pm 1,2$	$0,31 \pm 0,76$	0,085
Thorax	$0,81 \pm 1,7$	$2,2 \pm 2,05$	< 0,001
Abdomen	$0,4 \pm 1,4$	$1,03 \pm 1,7$	0,01
Extremitäten	$1,03 \pm 1,6$	$1,7 \pm 1,5$	0,02
Weichteile	$0,14 \pm 0,97$	$0,14 \pm 0,35$	0,43
ISS	22 ± 16	31 ± 20	0,05
TRISS	13 ± 26 (114)	26 ± 33 (20)	0,004

Ergebnisse

Demografische Daten

Ein Überblick über die demografischen Daten ist in Tabelle 5 gegeben. Die Gesamtleletalität betrug 14,2 % (25 Verstorbene). Es zeigte sich ein deutliches Überwiegen des männlichen Geschlechts. Die Spannweite des Alters reichte von 0 bis 88 Jahren bei einem Mittel von 40 ± 21 Jahren. Das Spektrum der Verletzungsmuster ergab eine starke Gewichtung auf Verletzungen des Kopf / Hals- Bereichs sowie eine etwas geringere auf Verletzungen der Extremitäten und des Thorax.

Der Maximum- SOFA war im Mittel um einen Punkt höher als der Aufnahme- SOFA. Bei den maximalen SOFA- Einzelscores zeigte sich eine starke Häufung von respiratorischen und kardiovaskulären Prozessen, gefolgt von koagulatorischen.

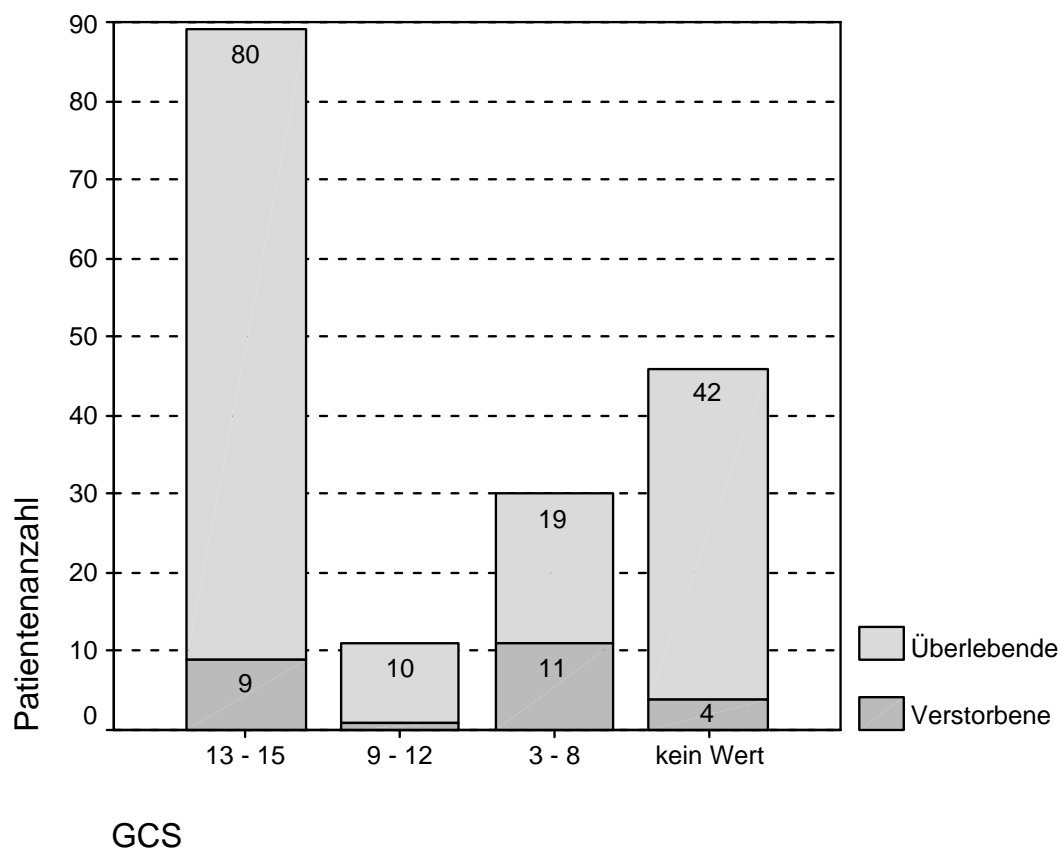
Tabelle 5: Demografische Daten der Studienpatienten
 (± Standardabweichung, Patientenzahl n=176, sonst in Klammern)

Anzahl	176			
Letalität	14,2 % (25)			
Geschlecht (männlich / weiblich)	74 % (130) / 26 % (46)			
	mittel		median	
Alter	40 ± 21		37	
Bereich	0 - 88			
Liegezeit	8,8 ± 14		3	
GCS	12 ± 4,2	(130)	15	(130)
RTS	6,9976 ± 1,495	(116)	7,8408	(116)
AIS Kopf /Hals	2,7 ± 2,2		3	
AIS Gesicht	0,52 ± 1,2		0	
AIS Thorax	0,81 ± 1,7		0	
AIS Abdomen	0,4 ± 1,4		0	
AIS Extremitäten	1,03 ± 1,6		0	
AIS Weichteile	0,14 ± 0,97		0	
ISS	22 ± 16		18	
TRISS	13 ± 26	(114)	1,6	(114)
Aufnahme- SOFA	3,9 ± 3,09		3	
Maximum- SOFA	4,9 ± 3,9		5	
Maximaler respiratorischer SOFA	1,8 ± 1,4		2	
Maximaler koagulatorischer SOFA	0,94 ± 1,09		1	
Maximaler hepatischer SOFA	0,55 ± 1,02		0	
Maximaler kardialer SOFA	1,9 ± 1,6		2	
Maximaler renaler SOFA	0,21 ± 0,63		0	

Verletzungsmuster

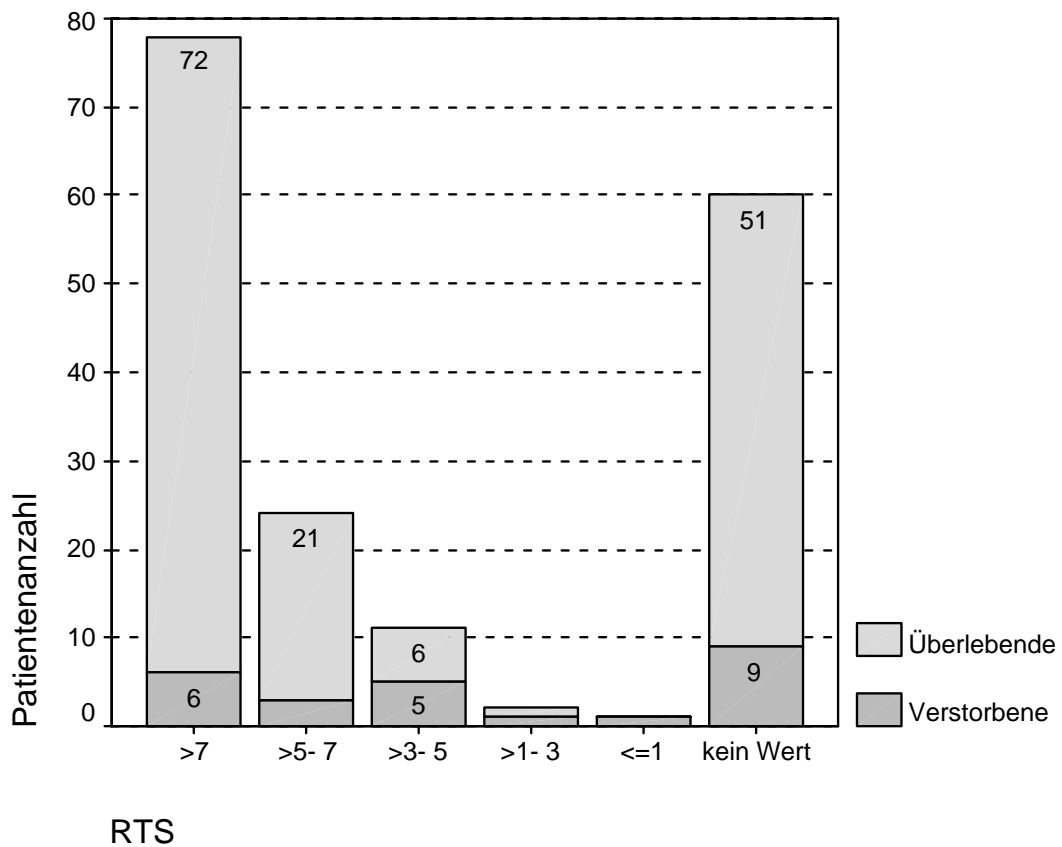
Der neurologische Schweregrad der Verletzung anhand des GCS ist in Abbildung 1 dargestellt. Werte von 3 bis 15 Punkten sind möglich. Ein Wert von 15 Punkten bedeutet, dass keine Einschränkung vorlag. Ein Wert von 3 Punkten bedeutet die schwerwiegendste Ausprägung der Organdysfunktion.

Abbildung 1: GCS vs Patientenanzahl
(absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



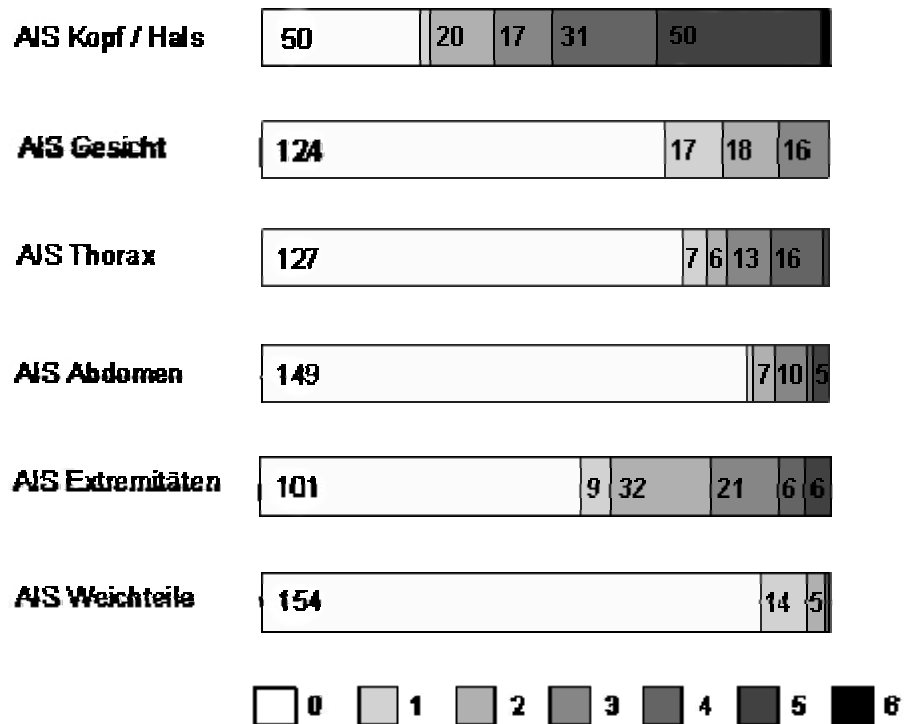
Der physiologische Schweregrad der Verletzung anhand des RTS ist in Abbildung 2 dargestellt. Werte von 0 bis 7,84 Punkten sind möglich. Ein Wert von 7,84 Punkten bedeutet, dass keine Einschränkung vorlag. Ein Wert von 0 Punkten bedeutet die schwerwiegendste Ausprägung der Organdysfunktion.

Abbildung 2: RTS vs Patientenanzahl
(absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



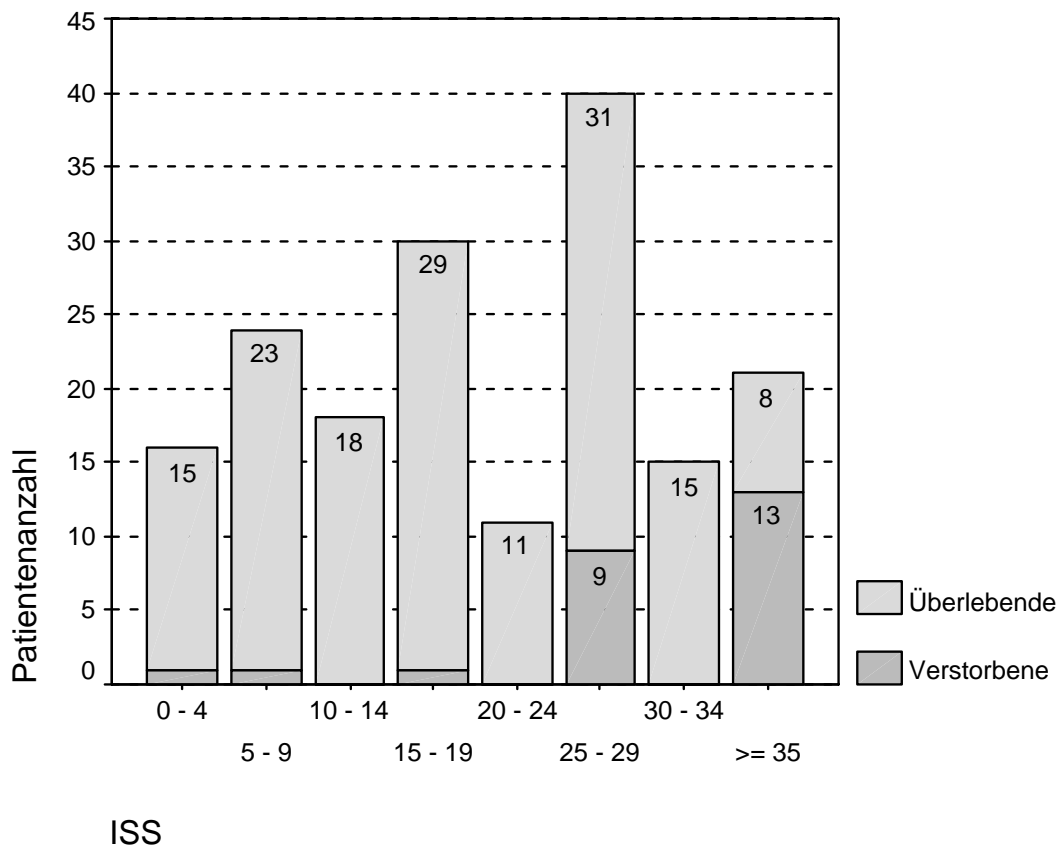
Die Verteilung der Schweregrade der Verletzungen innerhalb einer Körperregion anhand des AIS ist in Abbildung 3 dargestellt. Ein AIS- Wert von 0 Punkten bedeutet, dass in dieser Region keine Verletzung vorlag, ein Wert von 6 Punkten, dass in der Regel eine nicht überlebende Verletzung vorhanden war.

Abbildung 3: AIS- Werte (absolute Patientenzahl als Balkenbeschriftung)



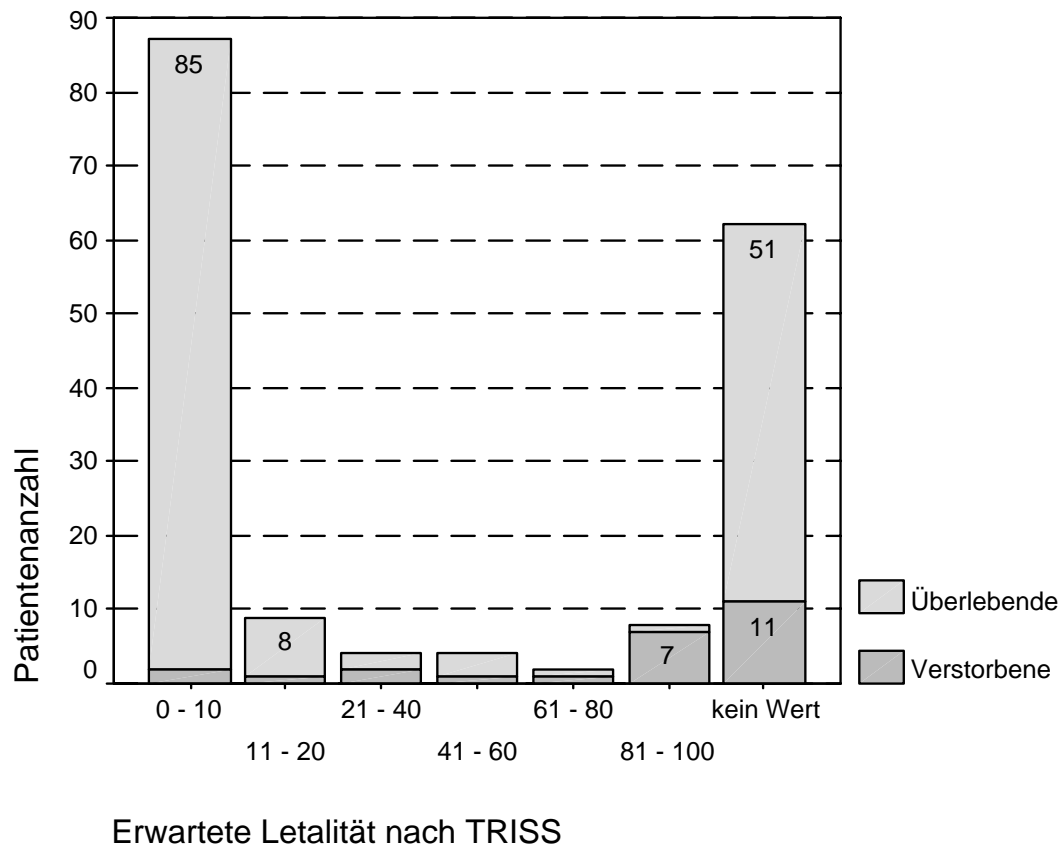
Die Verteilung der Gesamtverletzungsschwere anhand des ISS ist in Abbildung 4 gezeigt. Werte von 0 bis 75 Punkten sind möglich. Ein Wert von 0 Punkten bedeutet, dass keine Verletzung vorlag. Ein Wert von 75 Punkten bedeutet, dass mindestens ein Organsystem so geschädigt war, dass ein Überleben unwahrscheinlich war, oder dass mindestens drei Organsysteme äußerst schwer (AIS = 5) verletzt waren.

Abbildung 4: ISS vs Patientenanzahl
(absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



Die erwartete Letalität nach der TRISS- Methode ist in Abbildung 5 dargestellt. Werte zwischen 0 und 100 % sind möglich.

**Abbildung 5: Erwartete Letalität nach TRISS vs Patientenanzahl
(TRISS- Werte in %, absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**

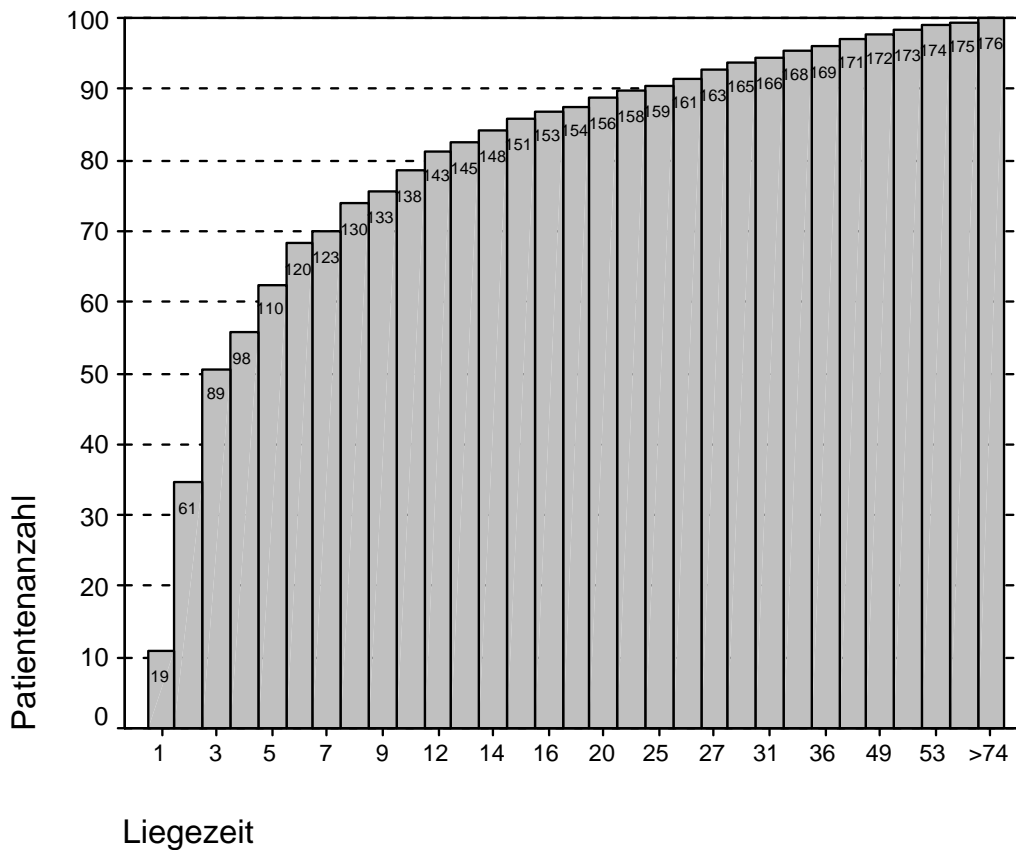


Liegezeit

Die mediane Liegezeit betrug drei Tage gleichermaßen für das Gesamtkollektiv und für Verstorbene. Es bestand kein Unterschied weder zwischen Männern und Frauen noch zwischen überlebenden und verstorbenen Patienten.

Die Hälfte der Patienten (n = 89) blieb 1 - 3 Tage auf der Intensivstation. Weitere 18% (n = 31) blieben 4 - 6 Tage. Jeweils 10 % (n = 17) blieben 7 - 11, 12 - 20 oder >20 Tage (Abbildung 6).

Abbildung 6: Kumulative Patientenanzahl über die Liegezeit (Patientenanzahl in %, Liegezeit in Tagen, absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



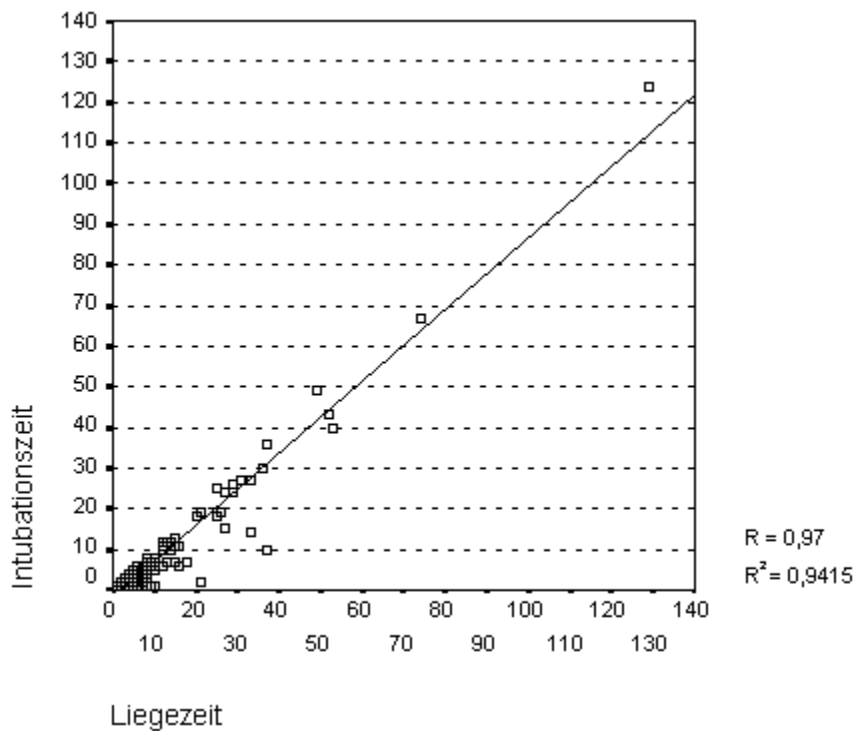
Patienten ab einem Alter von 40 Jahren hatten eine im Mittel um 4 Tage längere Liegezeit als die jüngeren Verletzten (11 vs. 7 Tage; p = 0,0005).

Intubationszeit

Die Intubationszeit betrug im Median für das Kollektiv und Überlebende 2 Tage. Verstorbene waren im Median einen Tag länger intubiert ($p = 0,01$). Eine Verlängerung der Intubationszeit auf 3 Tage zeigte sich ab einem Alter von 40 Jahren ($p < 0,001$). Eine Geschlechterspezifität gab es nicht.

Die Differenz zwischen Liegezeit und Intubationszeit lag im Median bei 2 Tagen. Zwischen Liegezeit und Intubationszeit bestand eine signifikante Korrelation ($p < 0,001$). Ab dem fünften Tag betrug der Unterschied im Median 4 Tage (Tabelle 6 und Abbildung 7).

Abbildung 7: Korrelation Liegezeit / Intubationszeit



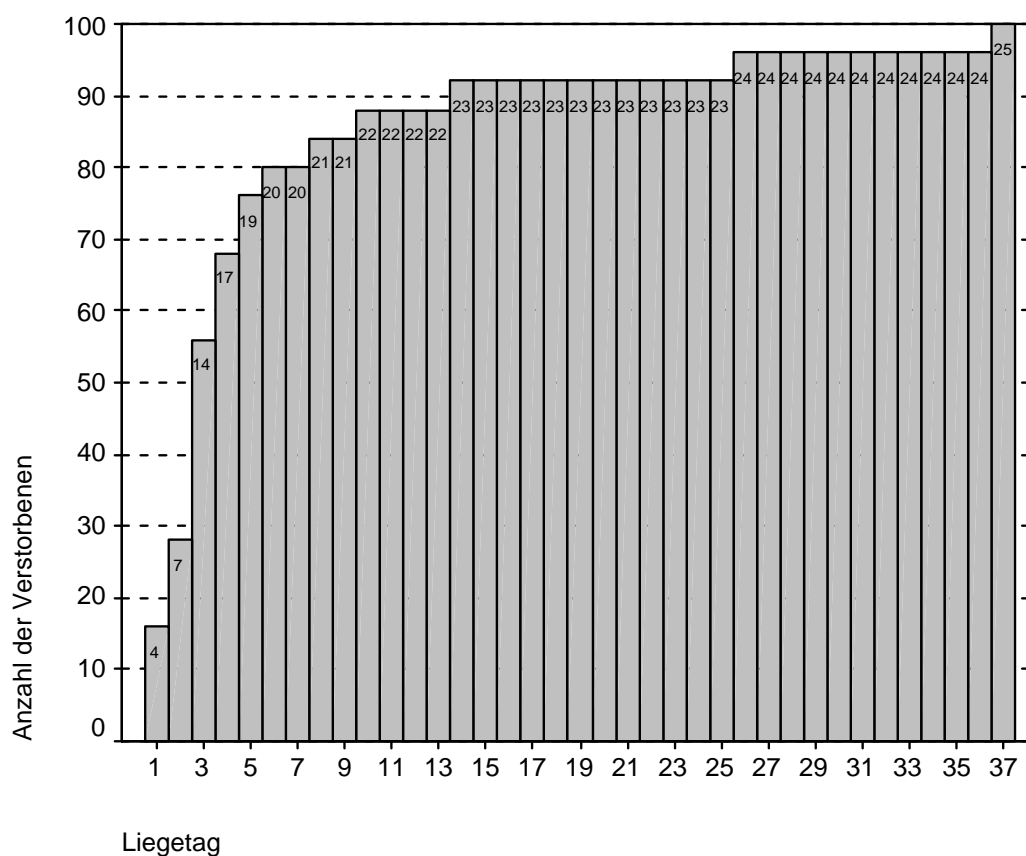
**Tabelle 6: Differenz Liegezeit / Intubationszeit in Abhängigkeit von Liegezeit
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl in Klammern)**

Liegezeit	Differenz Liegezeit / Intubationszeit		
	Gesamt	Überlebend	Versterbend
alle	2 (176)	2 (151)	0 (25)
< 5	1 (98)	1 (81)	0 (17)
5 - 10	4 (40)	4 (35)	0 (5)
11- 20	3 (18)	3 (17)	2 (1)
> 20	6 (20)	6 (18)	4 (2)

Letalität

Die Letalität des Kollektivs betrug 14,2%. Einen Unterschied in der Geschlechterverteilung gab es nicht. 80% (n = 20) der Verstorbenen verstarben in den ersten sechs Tagen. 56% (n = 14) verstarben in den ersten drei Tagen, 24% (n = 6) an den Tagen 4 - 6, 8% (n = 2) an den Tagen 7 - 12 und > 20 und 4 % (n = 1) an den Tagen 12 - 20 (Abbildung 8).

**Abbildung 8: Kumulative Anzahl der Verstorbenen über Liegetage
(absolute Patientenanzahl in Balkenbeschriftung, Anzahl der Verstorbenen in %)**



Eine erhöhte Letalität war ab dem Alter von 50 Jahren zu verzeichnen (25 % vs. 10,8%; p = 0,006).

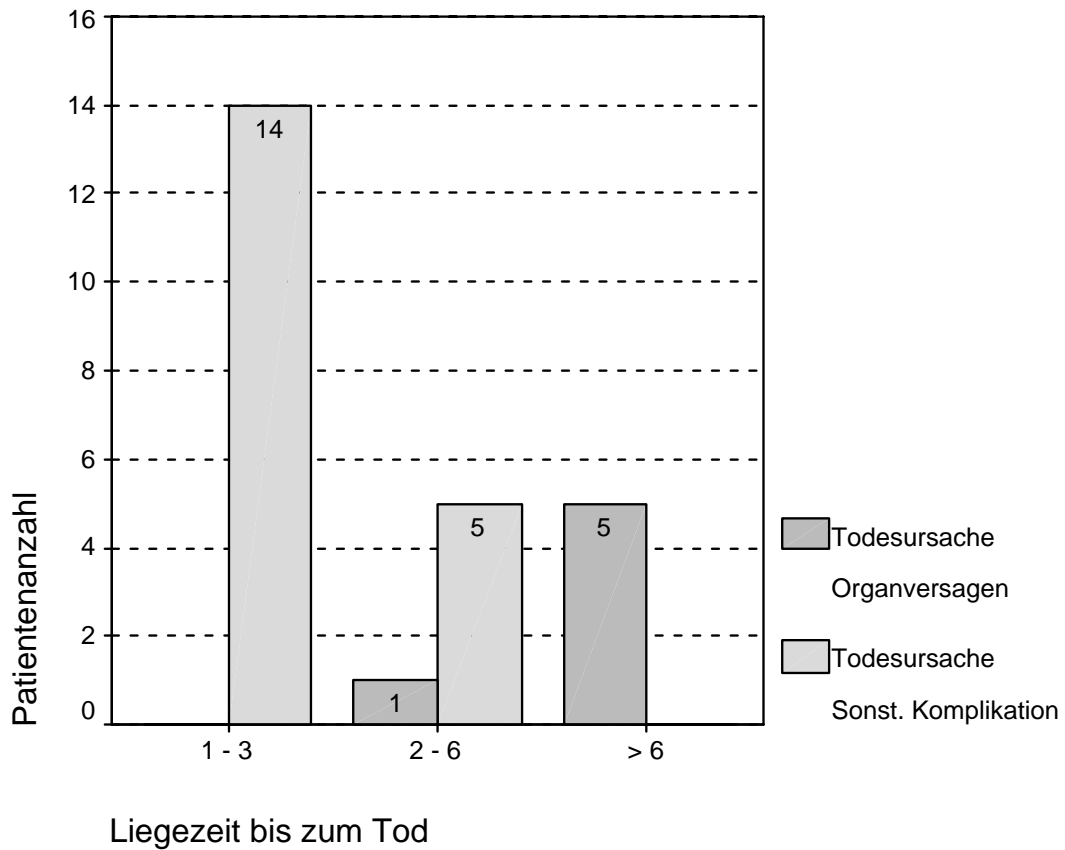
24% (n = 6) der Verstorbenen verstarben an Organversagen. Diese Gruppe lag im Median 9 Tage länger auf der Intensivstation als die an sonstigen Komplikationen verstorbenen Patienten (12 vs. 3 Tage; p < 0,001). Ein signifikanter Altersunterschied zeigte sich nicht (Tabelle 7).

Tabelle 7: Todesursache (absolute Patientenzahl in Klammern)

Todesursache	Anzahl %	Geschlecht (m/w) %	Alter (mittel)	Liegedauer (Tage)	Aufnahme- SOFA
Organversagen	24 (6)	67 (4) / 33 (2)	65	12	7
sonstige Komplikation	76 (19)	74 (14) / 26 (5)	46	3	8
- Schädel- Hirn- Trauma	64 (16)				
- Lungenembolie	4 (1)				
- Stromunfall	4 (1)				
- innere Blutung	4 (1)				

Während alle der an sonstigen Komplikationen verstorbenen Patienten innerhalb von 6 Tagen verstarben, blieben 83% (n = 5) der an Organversagen verstorbenen Patienten mehr als 6 Tage auf der Intensivstation (Abbildung 9).

Abbildung 9: Versterbensursache nach Liegezeit
(Liegezeit in Tagen, absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



SOFA- Score

Aufnahme- SOFA

68 % (n = 120) der Patienten hatten Aufnahme- SOFA- Werte von 0- 5 Punkten. In dieser Gruppe lag die Letalität bei 4 %. Erhöhte Letalitäten waren ab einem Aufnahme- SOFA von 6 Punkten zu erkennen (36 %; $p < 0,001$). Patienten mit Aufnahme- SOFA- Werten von 6 - 8 Punkten (n = 26) hatten schon eine siebenfach höhere Letalität (28 %; $p = 0,001$) und Patienten mit Werten von > 8 Punkten (n = 10) eine siebenzehnfach höhere Letalität (70%; $p < 0,001$) zu verzeichnen (Abbildungen 10 und 11).

Abbildung 10: Verteilung der Patienten nach Aufnahme- SOFA (absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)

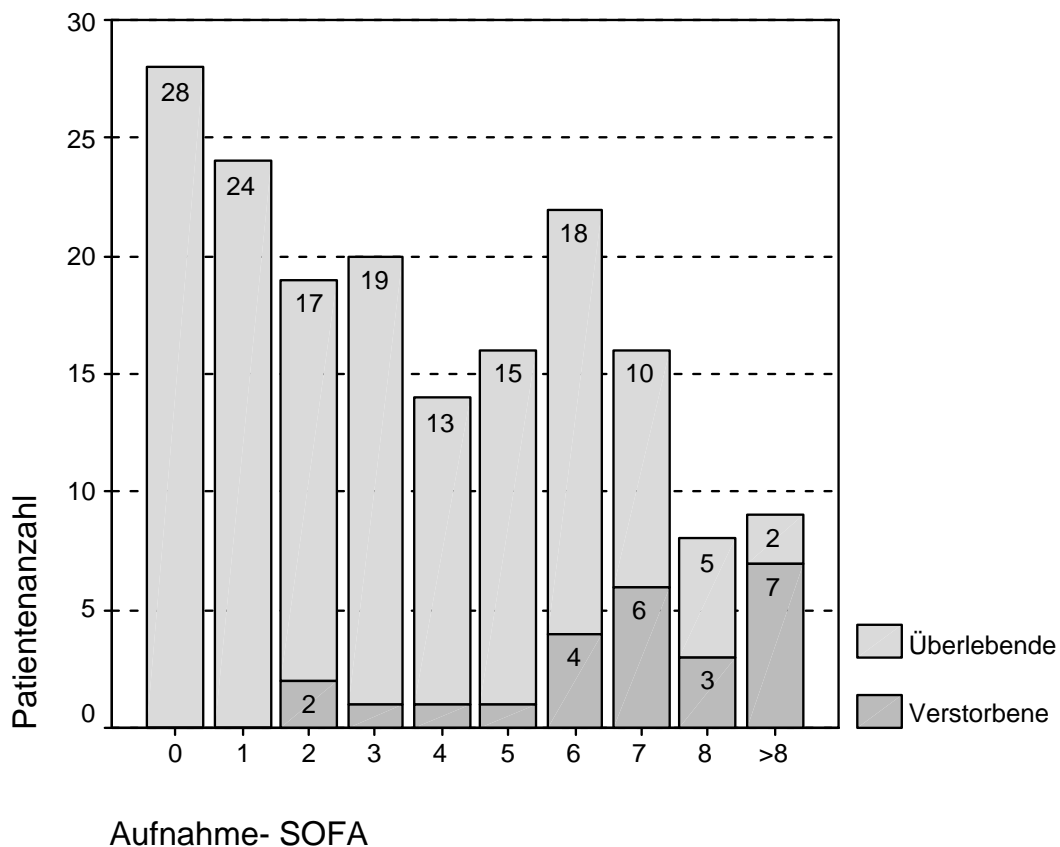
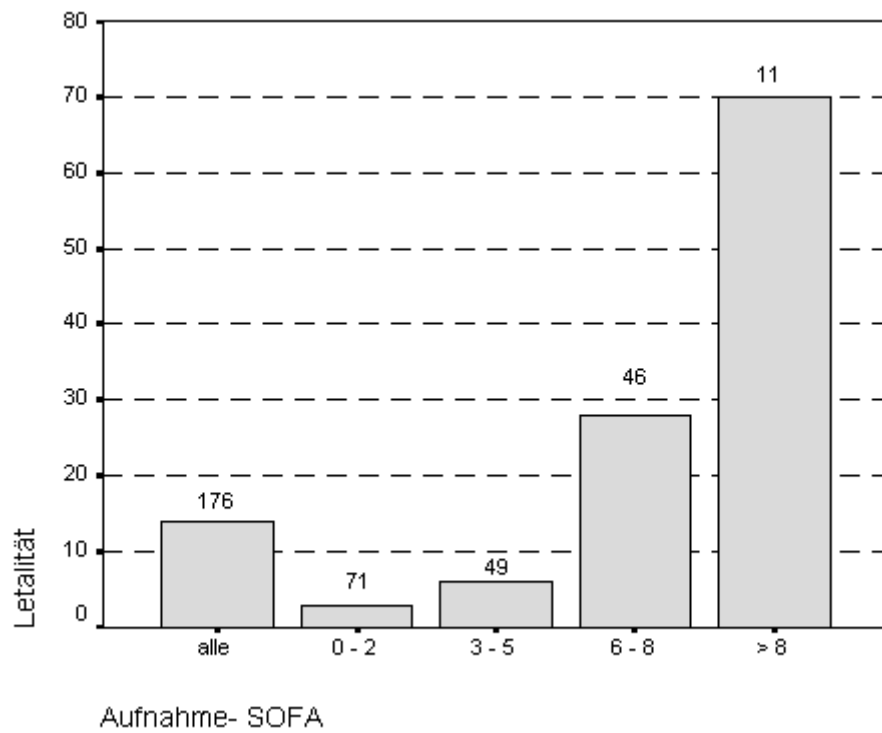


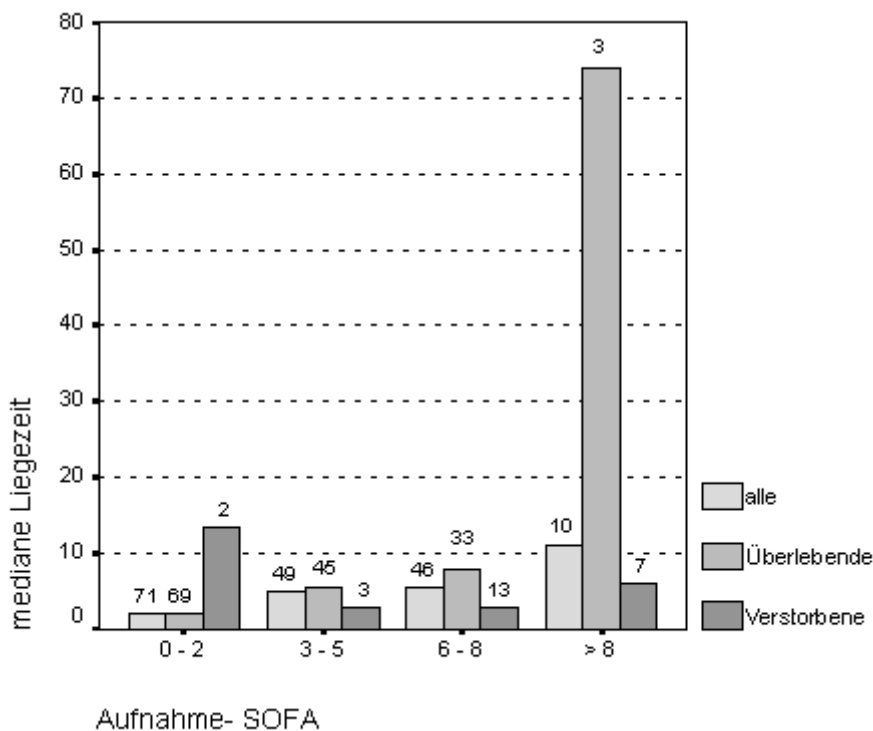
Abbildung 11 : Letalität bei Aufnahme- SOFA
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



Mit Anstieg des Aufnahme- SOFA- Werts stieg auch die Liegezeit. Ein Aufnahme- SOFA ab 3 korrelierte mit längeren Liegezeiten (6 Tage vs 2 Tage; $p < 0,001$).

Patienten mit Aufnahme- SOFA- Werten von 0 - 2 Punkten ($n = 71$) blieben im Median 2 Tage. In der Gruppe mit Aufnahme- SOFA- Werten von 3 - 8 Punkten ($n = 95$) blieben die Überlebenden (6 Tage; $n = 79$) doppelt so lang wie die Verstorbenen (3 Tage; $n = 16$; $p < 0,001$). Bei Aufnahme- SOFA- Werten von > 8 Punkten blieben Überlebende ($n = 3$; 75 Tage) sogar 12,5- mal so lang wie die Verstorbenen (6 Tage; $n = 7$; $p = 0,02$) (Abbildung 12).

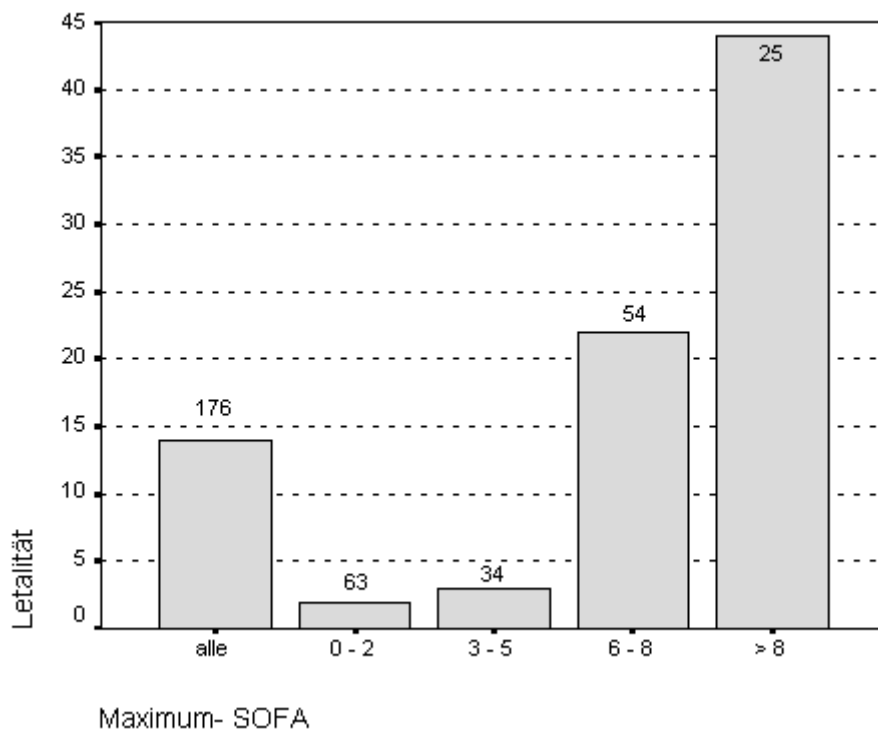
**Abbildung 12 : Liegezeit bei Aufnahme- SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



Maximum- SOFA

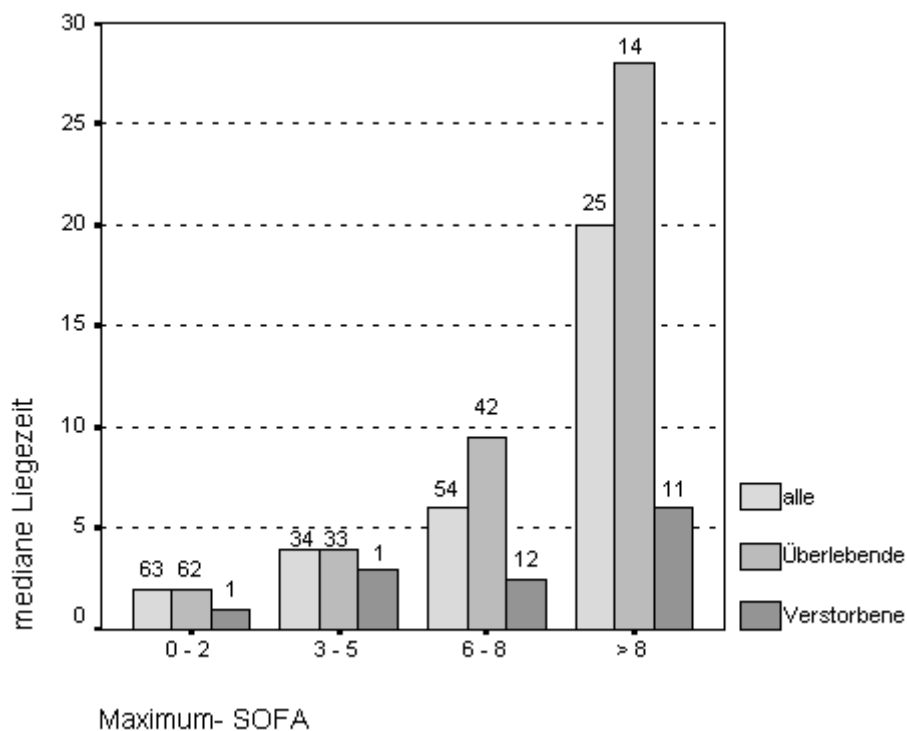
Erhöhte Letalitäten waren ab einem Maximum- SOFA von 6 Punkten zu erkennen (36 %; $p < 0,001$). 54 % ($n = 97$) der Patienten hatten Maximum- SOFA- Werte von 0 -5 Punkten. Diese Gruppe hatte eine Letalität von 2 %. Bei Patienten mit Maximum- SOFA- Werten von 6 - 8 Punkten ($n = 54$) war die Letalität 11- mal so hoch (22 %; $p = 0,04$), bei Patienten mit Maximum- SOFA- Werte von > 8 Punkten ($n = 25$) 22-mal so hoch (44 %; $p < 0,001$). 92% ($n = 23$) der Verstorbenen haben einen Maximum- SOFA von mindestens 6 Punkten (Abbildung 13).

Abbildung 13 : Letalität bei Maximum- SOFA
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



Mit Anstieg des Maximum- SOFA- Werts stieg auch die Liegezeit für das Gesamtkollektiv und für Überlebende. Die Liegedauer bei Patienten mit Maximum- SOFA- Werten von 0 - 2 Punkten (n = 63) betrug im Median 2 Tage. Verstorbene dieser Gruppe verstarben im median nach einem Tag. Ein Maximum- SOFA ab 3 ging mit längeren Liegezeiten einher (6 Tage vs 2 Tage; $p < 0,001$). Überlebende haben ab einem Maximum- SOFA- Wert von 6 Punkten eine dreimal so lange Liegezeit (13 Tage; n = 56) wie verstorbene Patienten derselben Gruppe (3 Tage; n = 23; $p < 0,001$) (Abbildung 14).

**Abbildung 14 : Liegezeit bei Maximum- SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



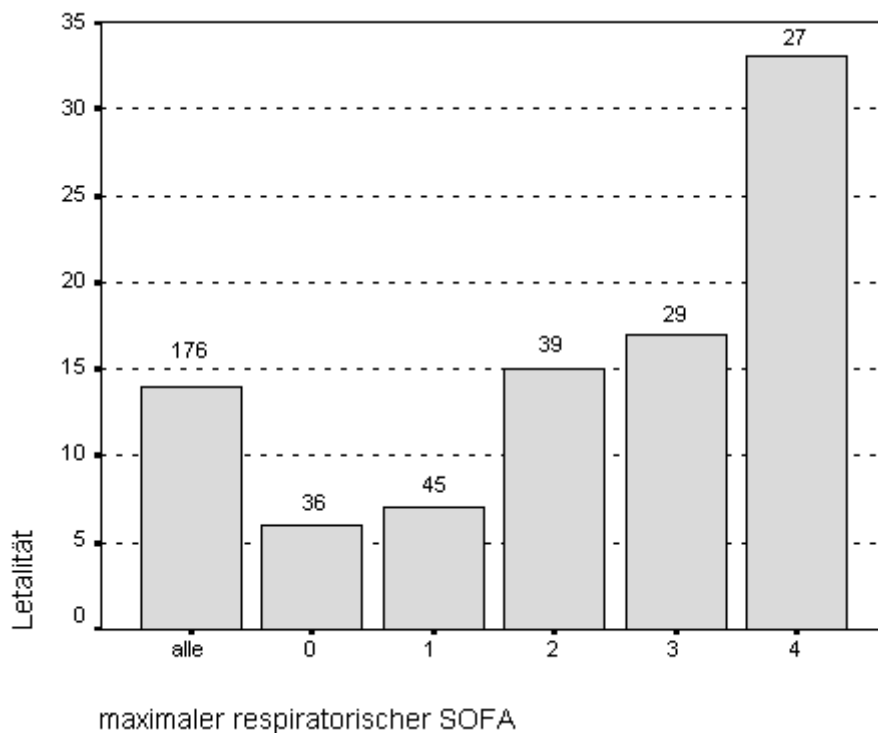
SOFA- Einzelscores

Maximaler respiratorischer SOFA

Eine Erhöhung der Letalität ist erst ab Werten von 2 Punkten zu verzeichnen (21 % vs 6 %; $p = 0,005$).

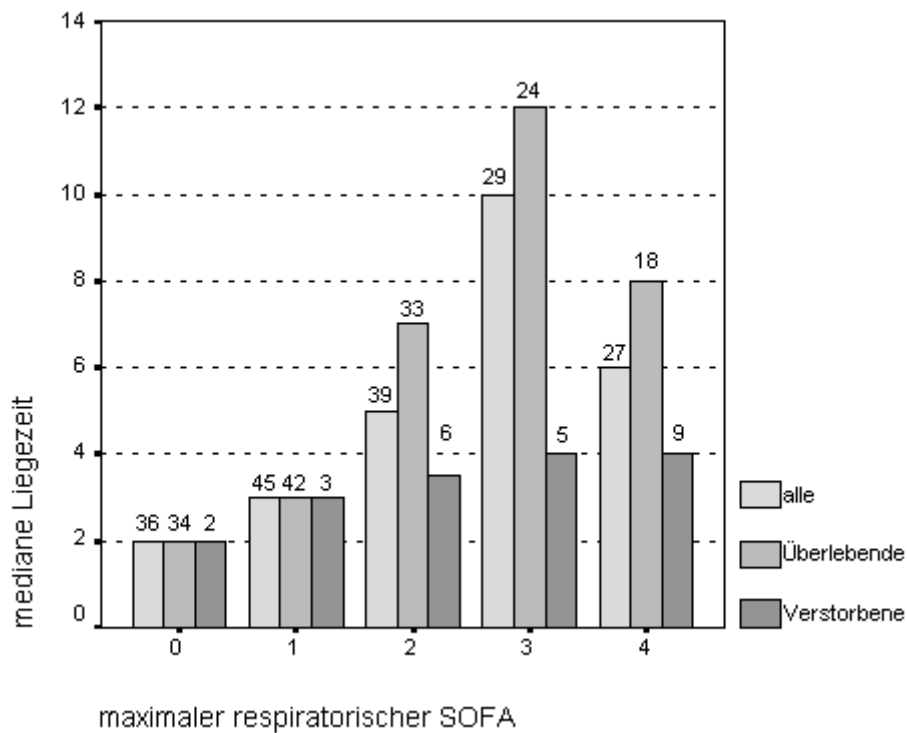
Werte von 2 und 3 Punkten bedeuten eine 2,5- fache Erhöhung der Letalität (16%) im Vergleich zu Werten von 0 und 1 Punkten (6 % ; $p = 0,049$). Bei Werten von 4 Punkten ist diese Steigerung 5- fach (33 %; $p < 0,001$) (Abbildung 15).

**Abbildung 15: Letalität bei maximalem respiratorischem SOFA
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



Werte ab 2 Punkten zeigen verlängerte Liegezeiten (8 Tage vs 2 Tage; $p < 0,001$). Überlebende mit Werten von 2 - 4 Punkten haben eine mehr als zweimal so lange Liegezeit (9 Tage; $n = 75$) wie Verstorbene dieser Gruppe (4 Tage; $n = 20$; $p = 0,003$) (Abbildung 16).

**Abbildung 16: Liegezeit bei maximalem respiratorischem SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**

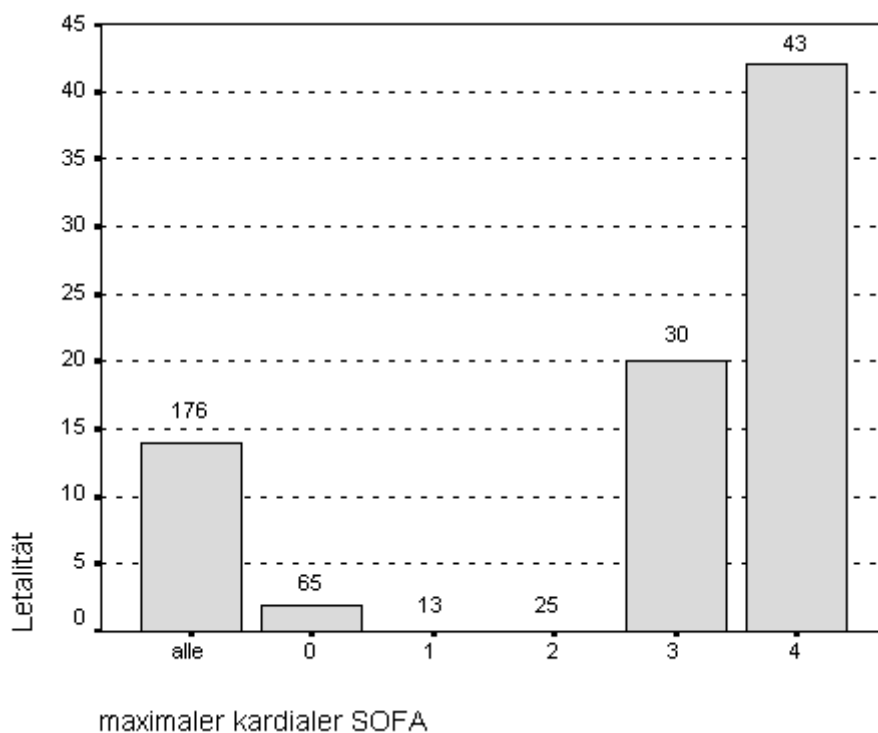


Maximaler kardiovaskulärer SOFA

Bei Werten ab 3 Punkten im Vergleich zum Gesamtkollektiv ist eine Erhöhung der Letalität festzustellen (33 % vs 1 %; $p < 0,001$).

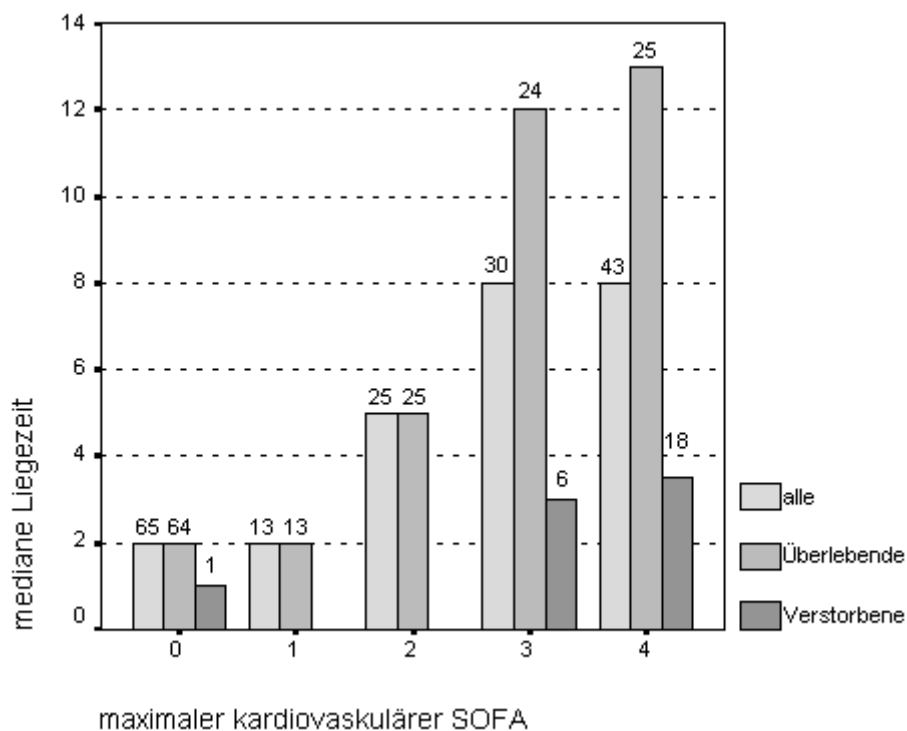
Werte von 3 Punkten bedeuten eine 20- fache Letalität (20 %) im Vergleich zu Werten von 0 bis 2 (1 %; $p < 0,001$). Bei Werten von 4 Punkten ist diese Steigerung 42- fach (42 %; $p < 0,001$) (Abbildung 17).

**Abbildung 17: Letalität bei maximalem kardiovaskulärem SOFA
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



Werte ab 2 Punkten korrelieren mit verlängerten Liegezeiten (6 Tage vs 2 Tage; $p < 0,001$). Überlebende mit Werten von 3 Punkten haben eine viermal so lange Liegezeit (12 Tage; $n = 24$) wie Verstorbene derselben Gruppe (3 Tage; $n = 6$; $p = 0,004$). Bei Werten von 4 Punkten ist diese Erhöhung 3-fach (13 und 4 Tage; $n = 25$ und 18 ; $p < 0,001$) (Abbildung 18).

**Abbildung 18: Liegezeit bei maximalem kardiovaskulärem SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**

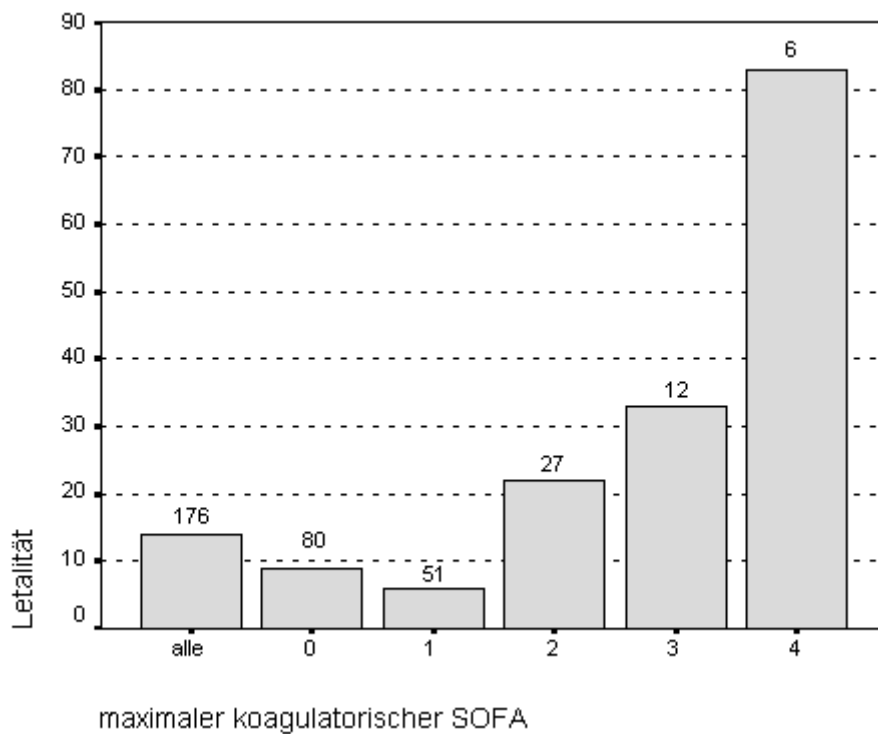


Maximaler koagulatorischer SOFA

Bei Werten ab 2 Punkten ist eine Erhöhung der Letalität festzustellen (33 % vs 8 %; $p < 0,001$).

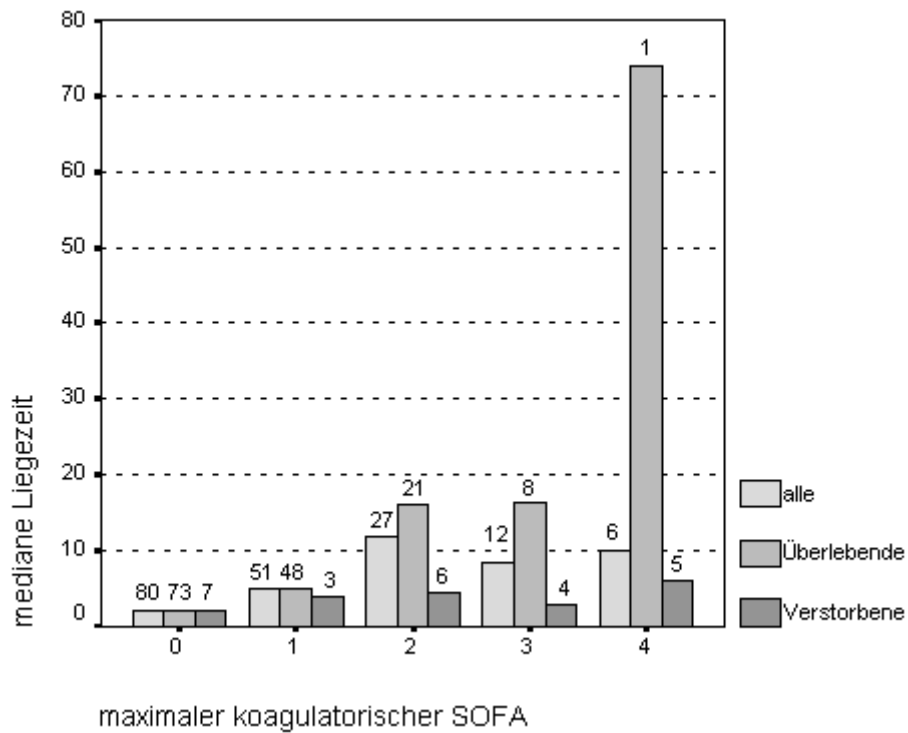
Werte von 2 Punkten bedeuten eine 2,75- fache Letalität (22%) im Vergleich zu Werten von 0 und 1 ($L = 8 \%$; $p = 0,02$). Bei Werten von 3 Punkten ist diese Steigerung 4- fach (33 %; $p = 0,004$) und bei Werten von 4 Punkten sogar 10- fach (83 %; $p < 0,001$) (Abbildung 19).

Abbildung 19: Letalität bei maximalem koagulatorischem SOFA
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



Werte ab einem Punkt zeigen verlängerte Liegezeiten (7 Tage vs 2 Tage; $p < 0,001$)
(Abbildung 20).

Abbildung 20: Liegezeit bei maximalem koagulatorischem SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)

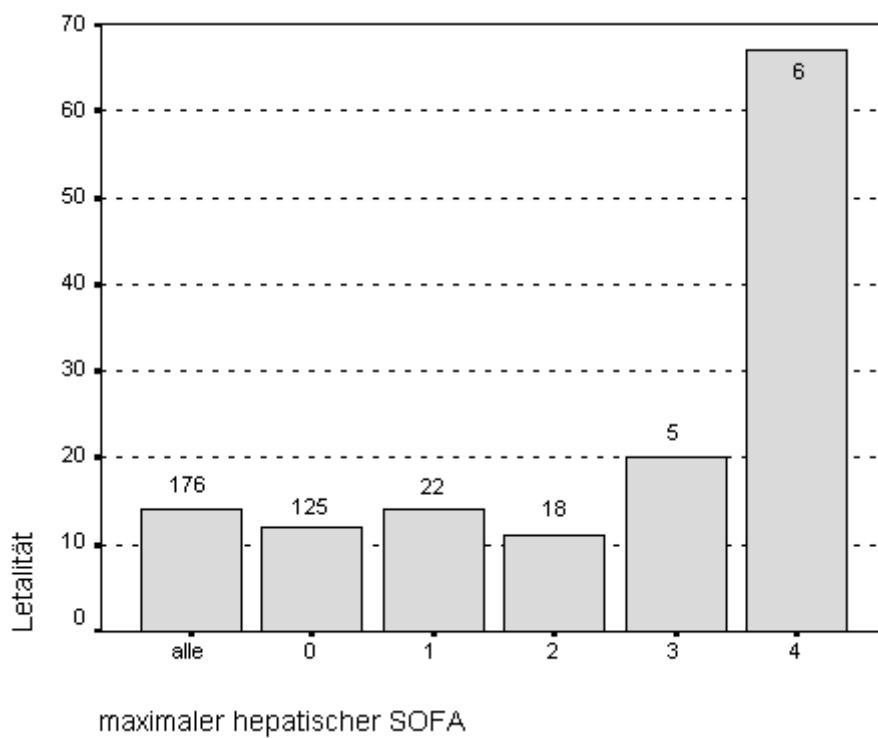


Maximaler hepatischer SOFA

Bei Werten ab 3 Punkten ist eine Erhöhung der Letalität festzustellen (45 % vs 12 %; $p = 0,002$).

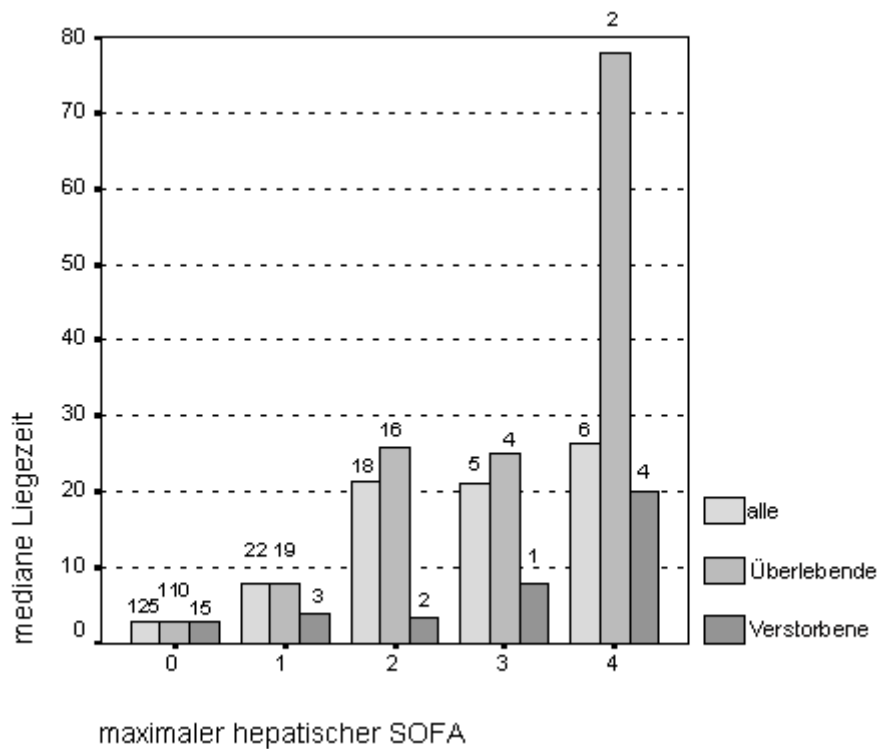
Werte von 4 Punkten bedeuten eine 5,6- fache Letalität (67 %) im Vergleich zu Werten von 0 bis 2 (12 %; $p < 0,001$) (Abbildung 21).

**Abbildung 21 : Letalität bei maximalem hepatischem SOFA
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



Werte ab einem Punkt zeigen verlängerte Liegezeiten (13 Tage vs 3 Tage; $p < 0,001$). Überlebende mit Werten von von 2 Punkten haben eine 6,5- fach solange Liegezeit wie Verstorbene derselben Gruppe (26 und 4 Tage; $n = 16$ und 2 ; $p = 0,007$) (Abbildung 22).

**Abbildung 22 : Liegezeit bei maximalem hepatischem SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**

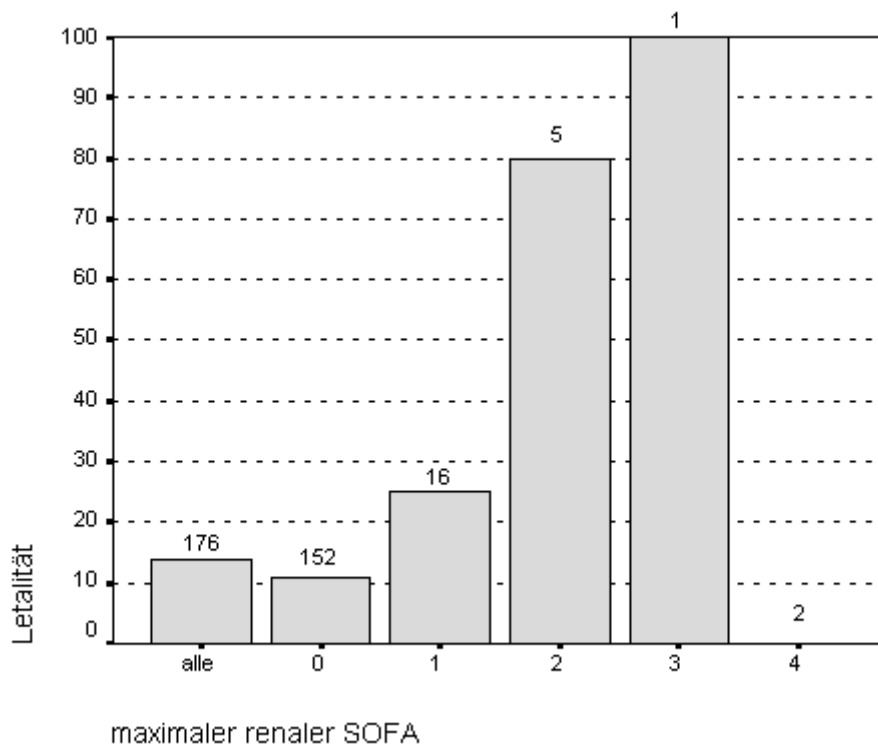


Maximaler renaler SOFA

Bei Werten ab 1 Punkt ist eine Erhöhung der Letalität festzustellen (38 % vs 11 %; $p < 0,001$).

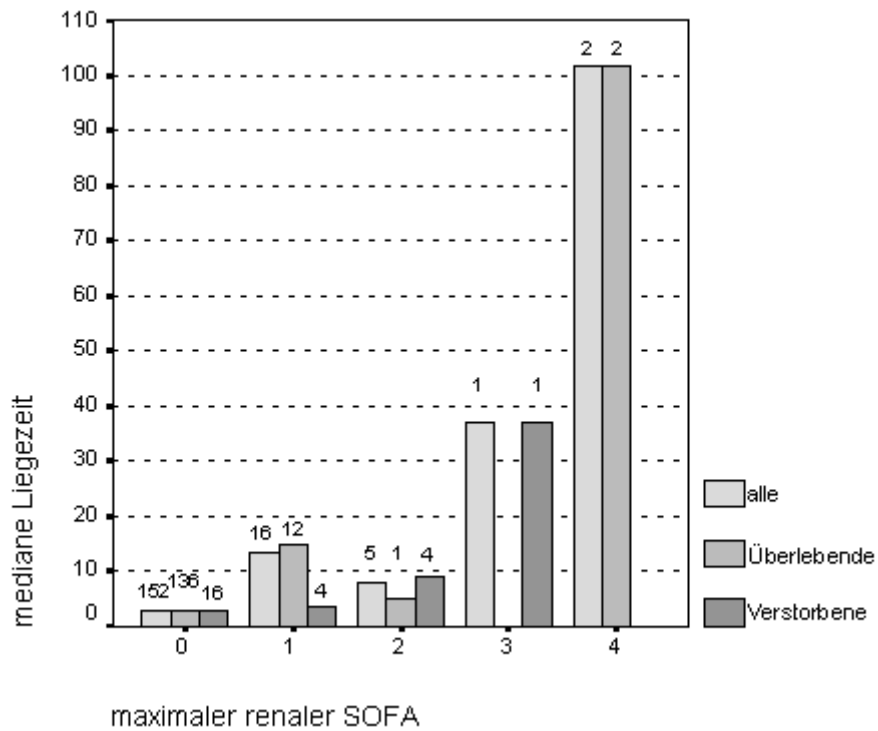
Werte von 2 Punkten bedeuten eine 7- fache Letalität (80 %) im Vergleich zu Werten von 0 (11 %; $p < 0,001$) (Abbildung 23).

Abbildung 23: Letalität bei maximalem renalem SOFA
(Letalität in %, Patientenzahl als Balkenbeschriftung)



Werte ab einem Punkt zeigen verlängerte Liegezeiten (14 Tage vs 3 Tage; $p < 0,001$). Überlebende mit Werten von einem Punkt haben eine 3,75 mal solange Liegezeit (15 Tage; $n = 12$) wie Verstorbene derselben Gruppe (4 Tage; $n = 4$; $p = 0,04$) (Abbildung 24).

Abbildung 24: Liegezeit bei maximalem renalem SOFA
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenzahl als Balkenbeschriftung)



Delta- Sofa

Im Folgenden ist mit zunehmendem Delta- SOFA ein Delta- SOFA- Wert >1 , mit unverändertem Delta- SOFA ein Delta- SOFA- Wert von -1 bis 1 und mit abnehmendem Delta- SOFA ein Delta- SOFA- Wert < -1 gemeint. Zu sämtlichen Aussagen siehe auch die Abbildungen 25 bis 34.

Eine signifikant erhöhte Letalität ergab sich beim zunehmenden Delta- SOFA im Vergleich zu unverändertem und abnehmendem nur an Tag 5 nach Aufnahme (27 % vs 5 %; $p = 0,02$). Ein zunehmender Delta- SOFA bringt eine 7- fache Letalität an Tag 3 nach Aufnahme im Vergleich zum abnehmenden mit sich (21 % und 3 %; $p = 0,04$). Im Vergleich zum unveränderten Delta- SOFA ist die Letalität für den zunehmenden Delta- SOFA 9- fach an Tag 5 nach Aufnahme ($L = 27$ % und 3 %; $p = 0,02$).

Eine signifikant verminderte Letalität zeigte sich beim abnehmenden Delta- SOFA nur an Tag 3 im Vergleich zu unverändertem und zunehmendem (3 % vs 18 %; $p = 0,049$).

Der Anteil der Verstorbenen mit unverändertem oder zunehmendem Delta- SOFA an allen Verstorbenen beträgt für den 1. Tag nach Aufnahme 90% ($n = 19$), 2. Tag 72% ($n = 18$), 3. Tag 91 % ($n = 10$) , 4. Tag 75 % ($n = 6$) und 5. Tag 67 % ($n = 4$).

Zusammenfassend kann man damit einen kontinuierlich signifikanten Zusammenhang zwischen Delta- SOFA- Werten in den ersten vier Tagen nach Aufnahme und der Letalität ausschließen (Abbildungen 25, 27, 29, 31 und 33).

Eine erhöhte Liegezeit ging einher mit unveränderten Werten im Vergleich zu abnehmenden an den Tagen 1, 3, 4 und 5 nach Aufnahme (im Mittel 10 Tage; $p = 0,003$, $p = 0,01$, $p = 0,008$, $p = 0,007$) und bei zunehmenden Werten im Vergleich zu abnehmendem

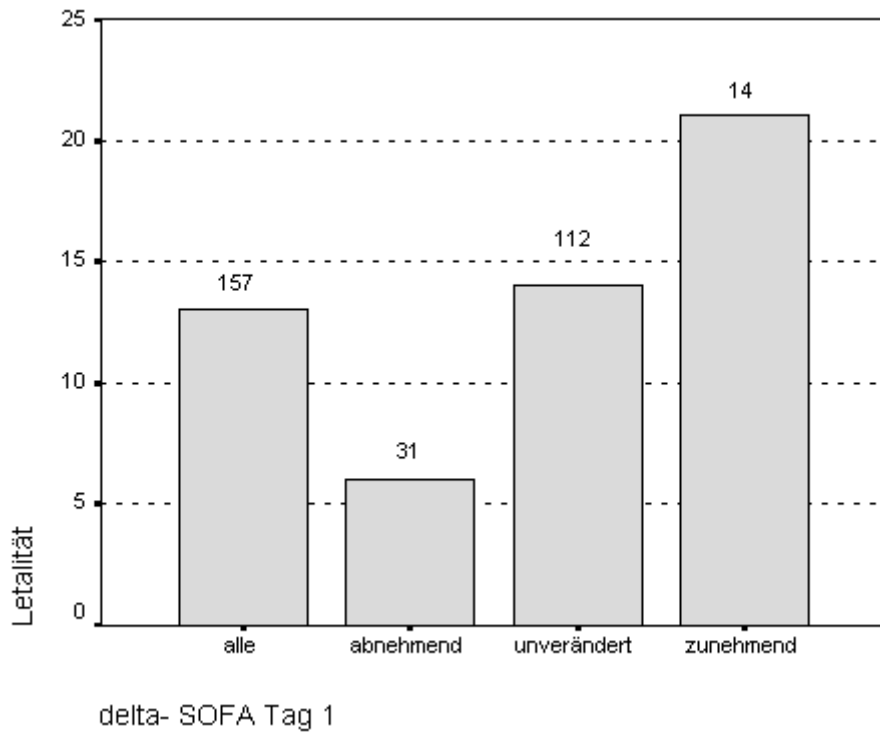
und unverändertem an allen 5 Tagen nach Aufnahme (im Mittel 17 Tage; $p = 0,008$, $p < 0,001$, $p = 0,002$, $p = 0,002$, $p = 0,003$).

Ein abnehmender Delta- SOFA geht immer mit einer verminderten Liegezeit im Vergleich mit unveränderten und zunehmenden Werten einher ($p < 0,001$; $p = 0,01$; $p = 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$). An den Tagen 1 - 4 nach Aufnahme bedeutet ein unveränderter Delta- SOFA immer eine kürzere mediane Liegezeit im Vergleich zum zunehmenden Delta- SOFA ($p = 0,003$; $p = 0,003$; $p = 0,02$; $p = 0,02$) (Abbildungen 26, 28, 30, 32 und 34).

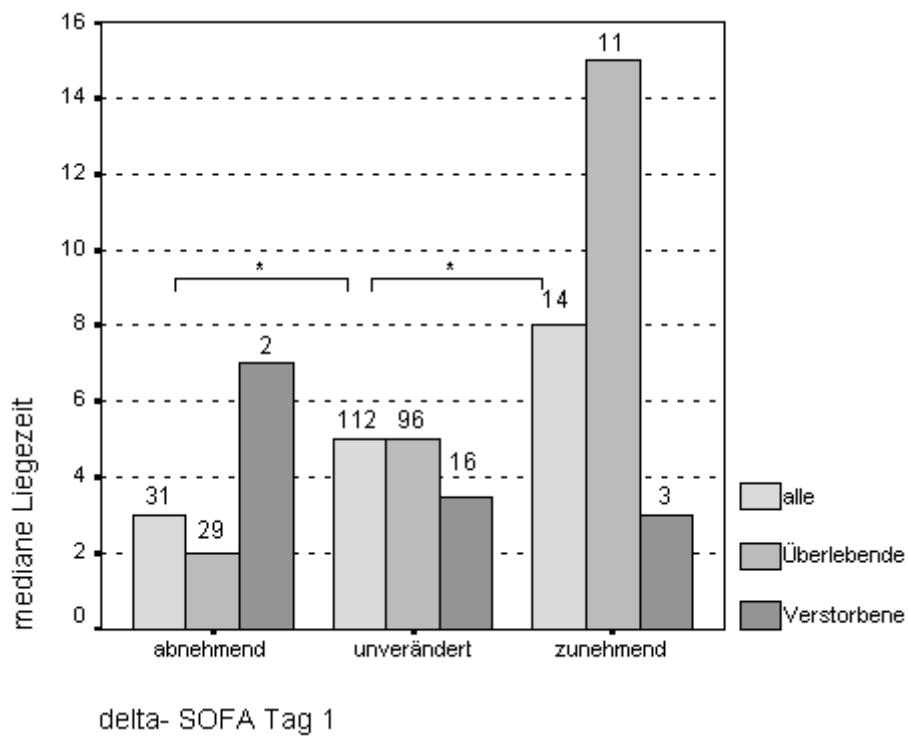
Überlebende mit zunehmendem Delta- SOFA haben im Vergleich zu Versterbenden mit zunehmendem Delta- SOFA am 1.Tag eine 5- mal solange (15 und 3 Tage; $p = 0,01$) und am 2.Tag eine doppelt solange Liegezeit (15 und 7 Tage; $p = 0,01$).

Der Delta- SOFA zeigt damit einen überwiegend signifikanten Zusammenhang mit der Liegezeit.

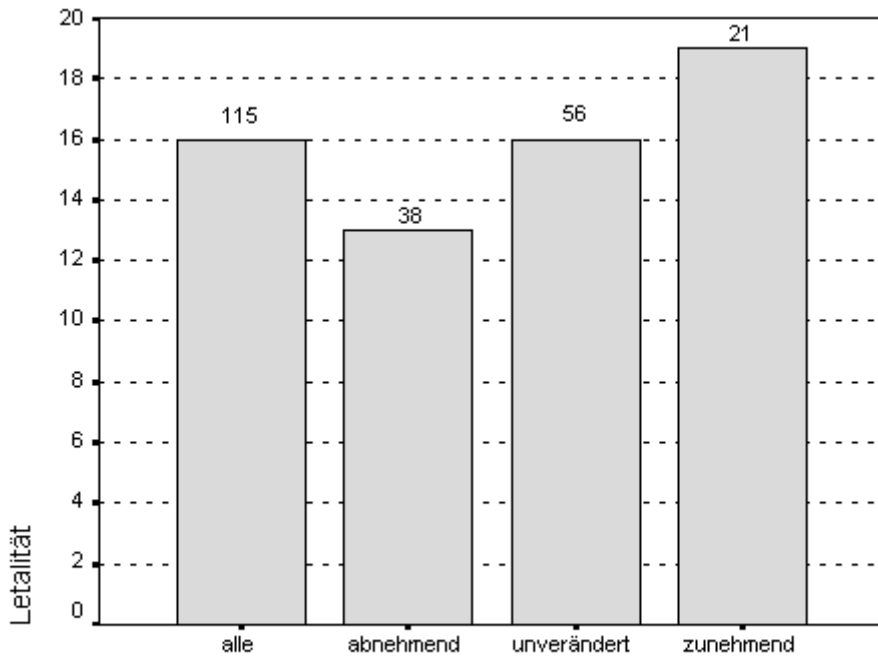
**Abbildung 25: Delta- SOFA: Letalität an Tag 1 nach Aufnahme
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



**Abbildung 26: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 1 nach Aufnahme
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * = p <0,005)**

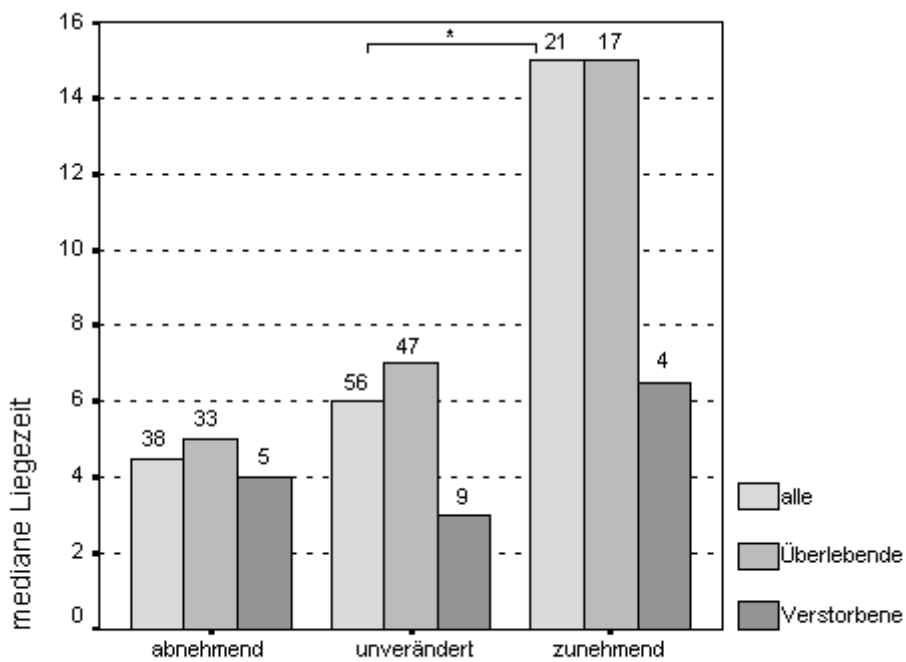


**Abbildung 27: Delta- SOFA: Letalität an Tag 2 nach Aufnahme
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



delta- SOFA Tag 2

**Abbildung 28: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 2 nach Aufnahme
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * = p < 0,005)**



delta- SOFA Tag 2

Abbildung 29: Delta- SOFA: Letalität an Tag 3 nach Aufnahme
 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * - $p < 0,05$)

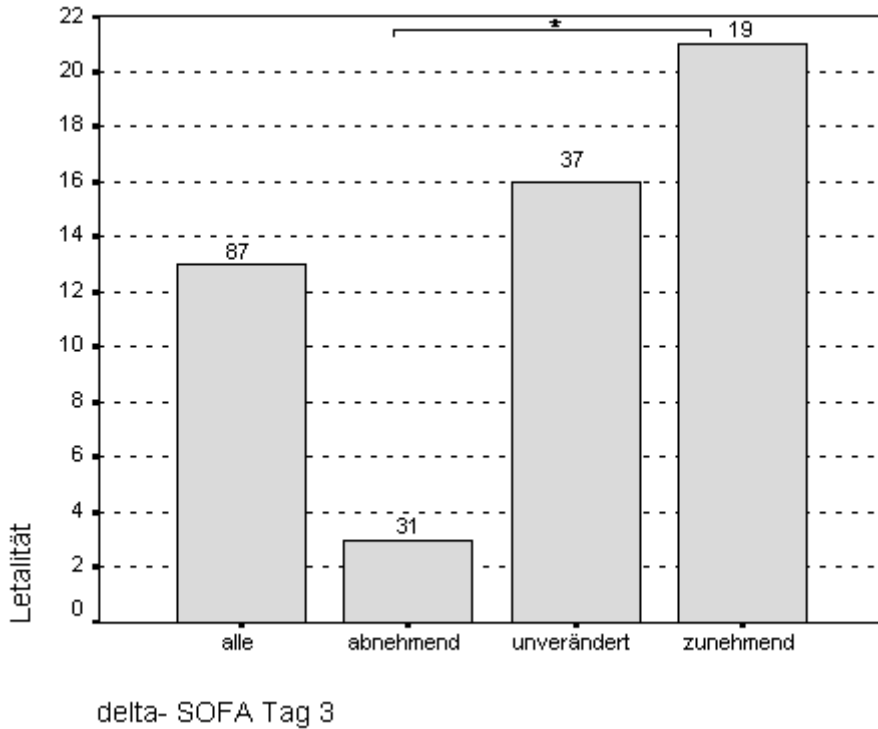
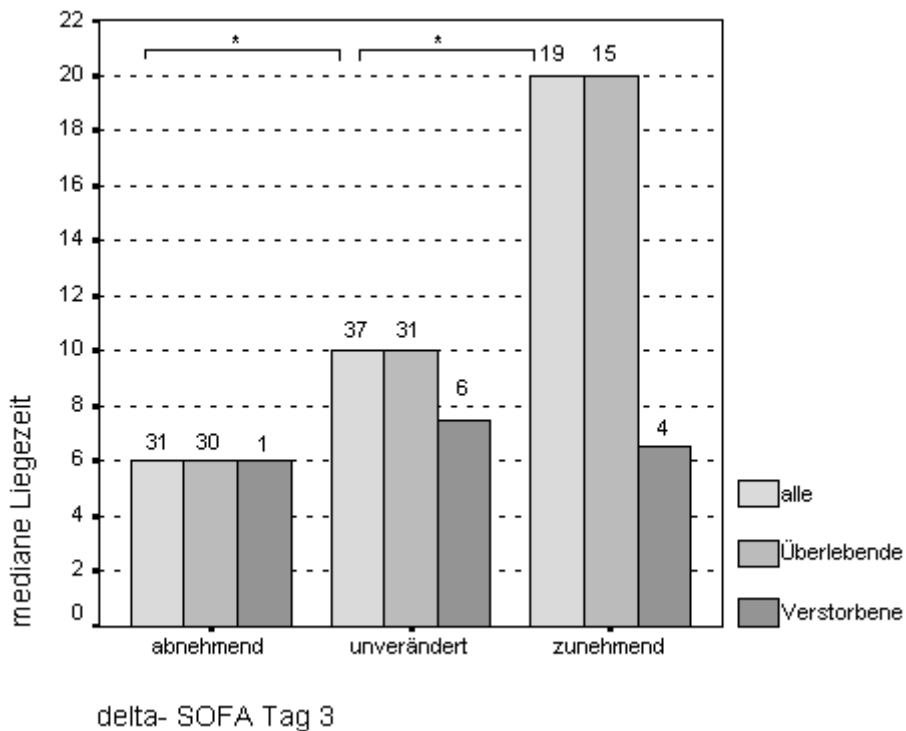
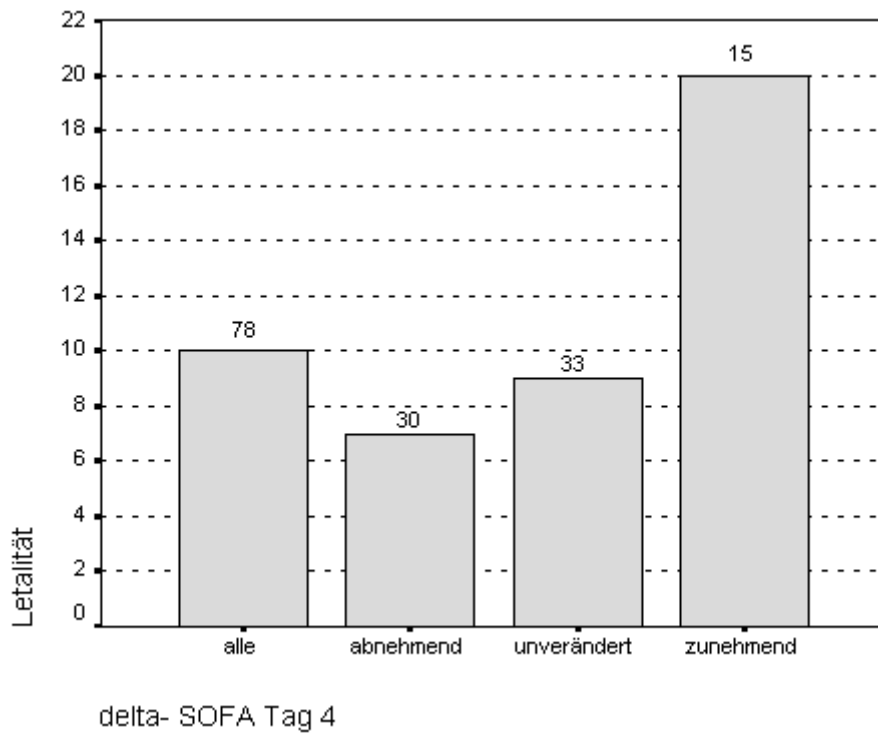


Abbildung 30: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 3 nach Aufnahme
 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * $p < 0,05$)



**Abbildung 31: Delta- SOFA: Letalität an Tag 4 nach Aufnahme
(Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)**



**Abbildung 32: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 4 nach Aufnahme
(mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * = p <0,05)**

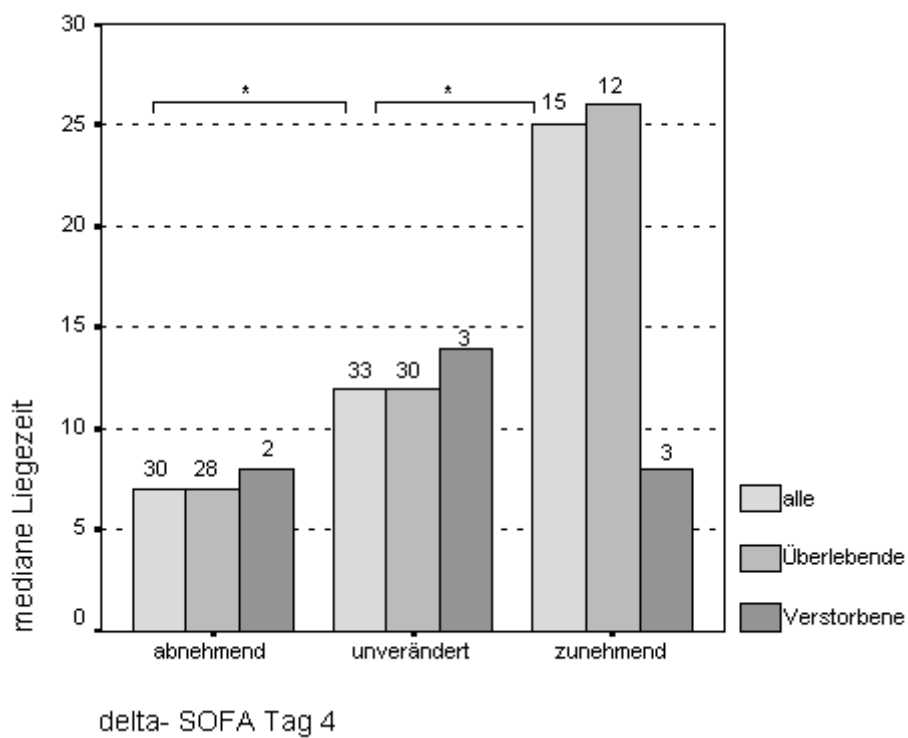


Abbildung 33: Delta- SOFA: Letalität an Tag 5 nach Aufnahme
 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * - $p < 0,05$)

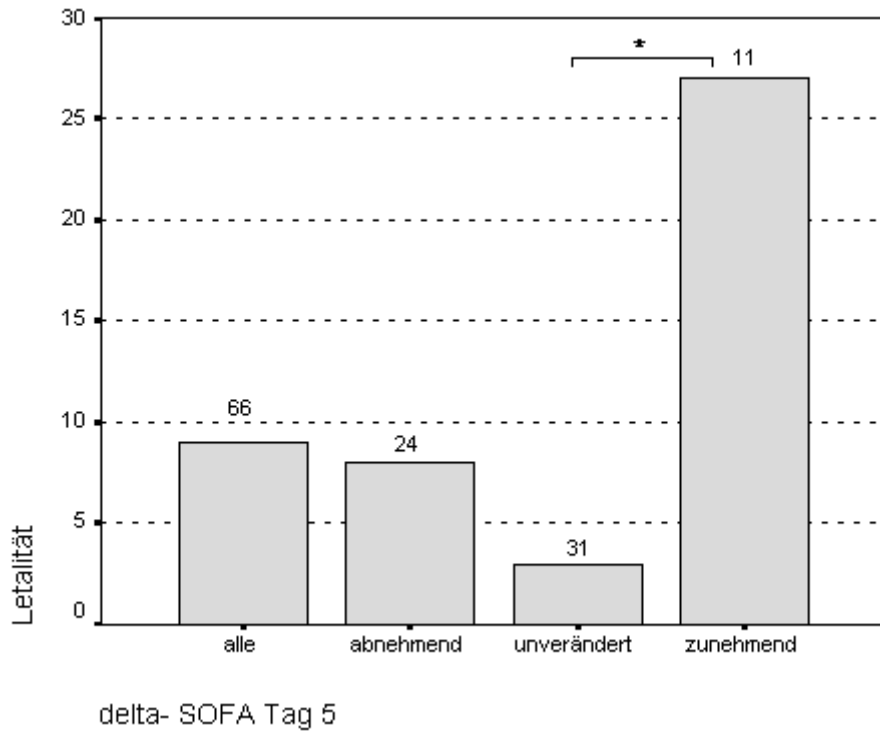
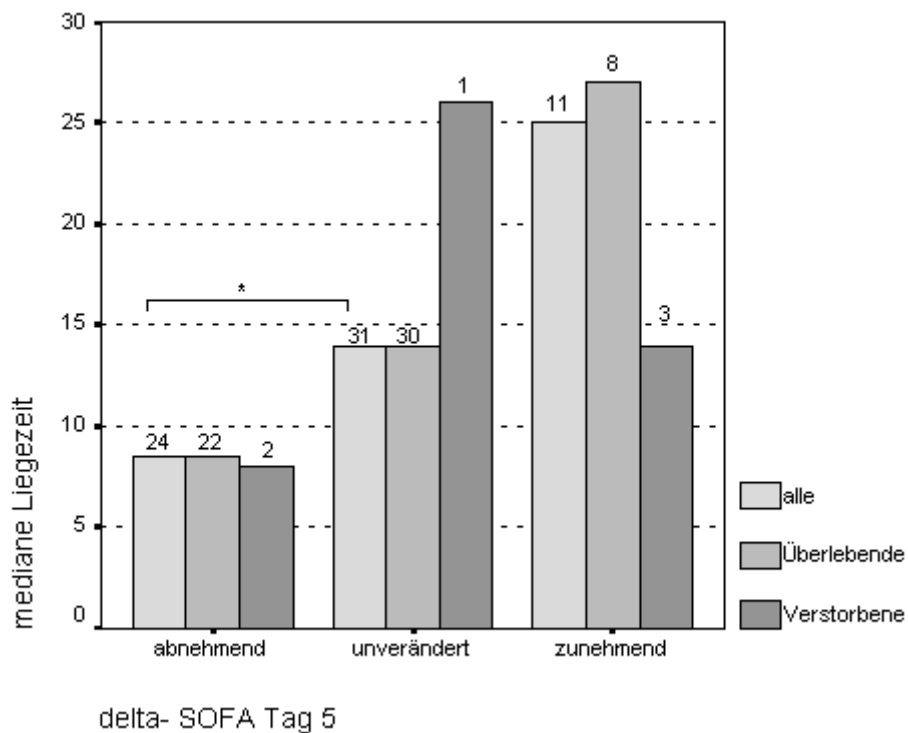


Abbildung 34: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 5 nach Aufnahme
 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, * = $p < 0,01$)

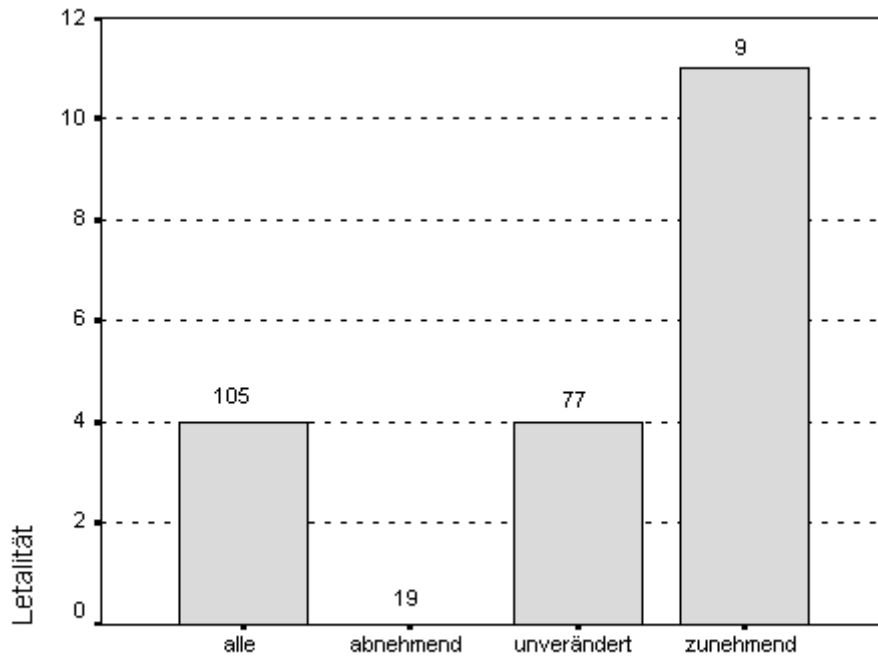


Betrachtet man die Delta- SOFA- Werte sortiert nach Aufnahme- SOFA- Kategorien (Abbildungen 35 bis 46), so zeigt sich bei einem Aufnahme- SOFA von 0 - 5 Punkten eine Tendenz zur Erhöhung der Letalitäten vom abnehmenden über den unveränderten bis zum zunehmenden Delta- SOFA an den ersten 2 Tagen nach Aufnahme. Signifikante Unterschiede zwischen den Letalitäten sind allerdings in keiner der drei Untergruppen (0-5, 6- 8 und > 8 Aufnahme- SOFA- Punkte) zu erkennen.

Ein Aufnahme- SOFA von 0 - 5 Punkten bedeutet eine Verlängerung der Liegedauer für zunehmende Delta- SOFA im Vergleich zu abnehmenden und unveränderten fürs Gesamtkollektiv und Überlebende in den ersten 2 Tagen nach Aufnahme (8 Tage vs 3 Tage und 15 Tage vs 5 Tage; $p = 0,002$; $p < 0,001$).

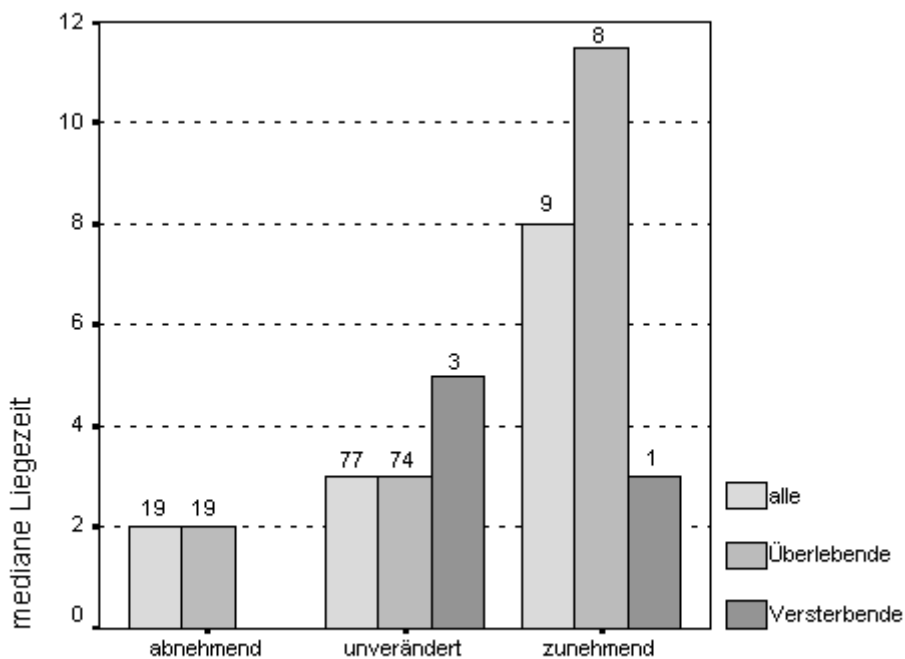
In den anderen zwei Gruppen (6- 8 und > 8 Punkten) sind keine signifikanten Differenzen der Liegezeiten festzustellen.

Abbildung 35: Delta- SOFA: Letalität an Tag 1 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 0 - 5 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



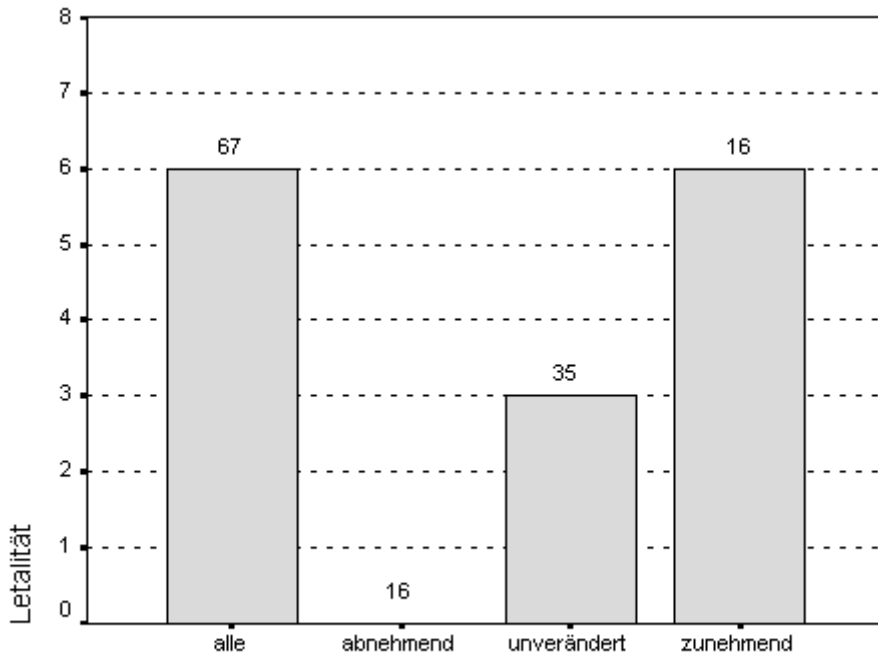
delta- SOFA Tag 1 bei Aufnahme- SOFA 0 - 5

Abbildung 36: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 1 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 0 - 5 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



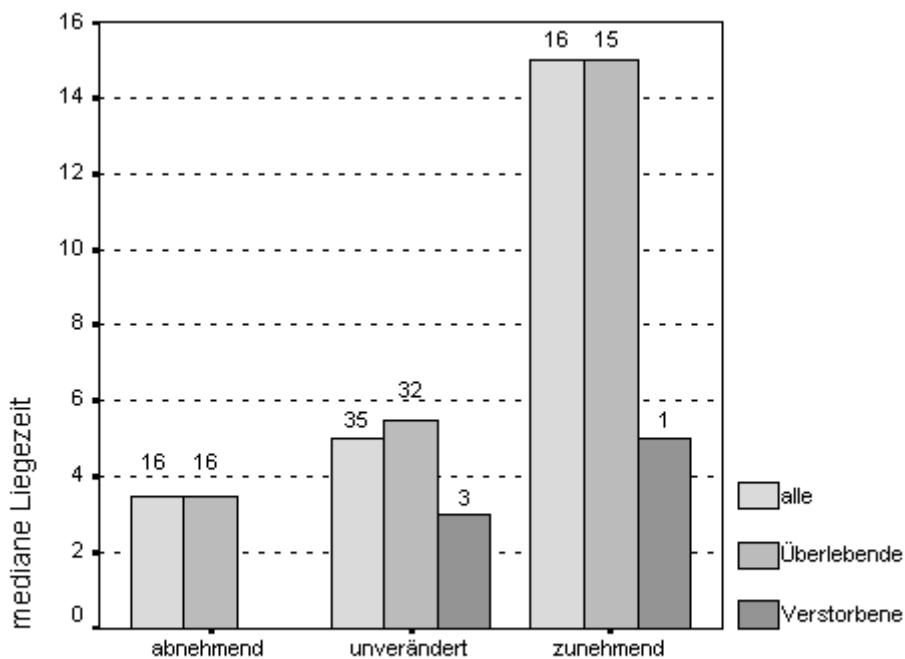
delta- SOFA Tag 1 bei Aufnahme- SOFA 0 - 5

Abbildung 37: Delta- SOFA: Letalität an Tag 2 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 0 - 5 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



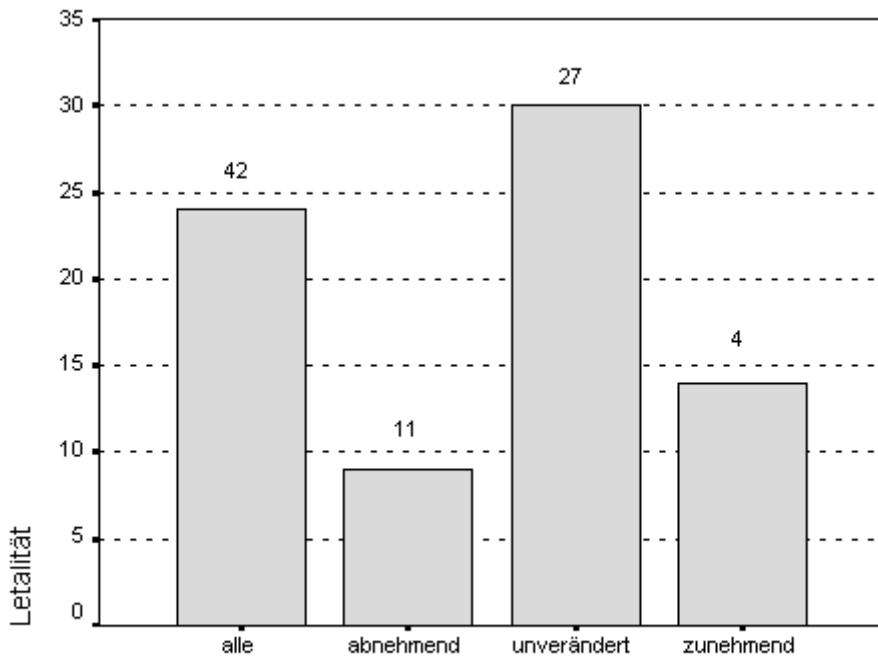
delta- SOFA Tag 2 bei Aufnahme- SOFA 0 - 5

Abbildung 38: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 2 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 0 - 5 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



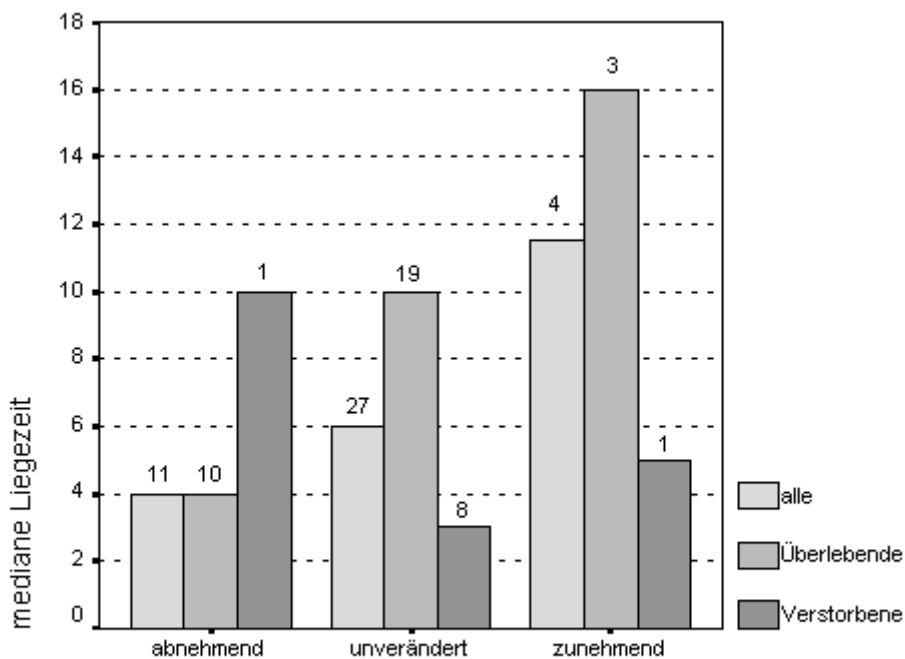
delta- SOFA Tag 2 bei Aufnahme- SOFA 0 - 5

Abbildung 39: Delta- SOFA: Letalität an Tag 1 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 6 - 8 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



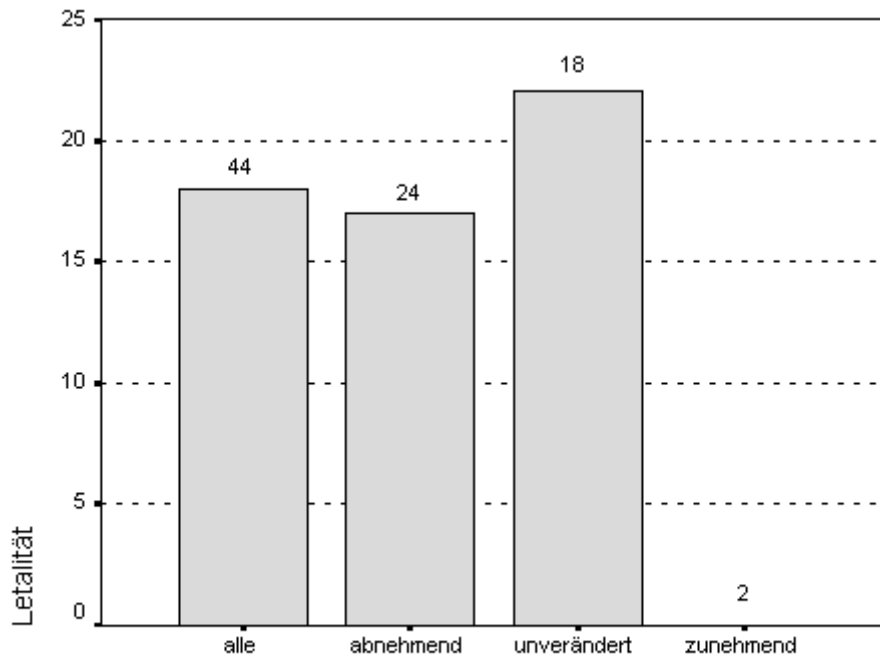
delta- SOFA Tag 1 bei Aufnahme- SOFA 6 - 8

Abbildung 40: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 1 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 6 - 8 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



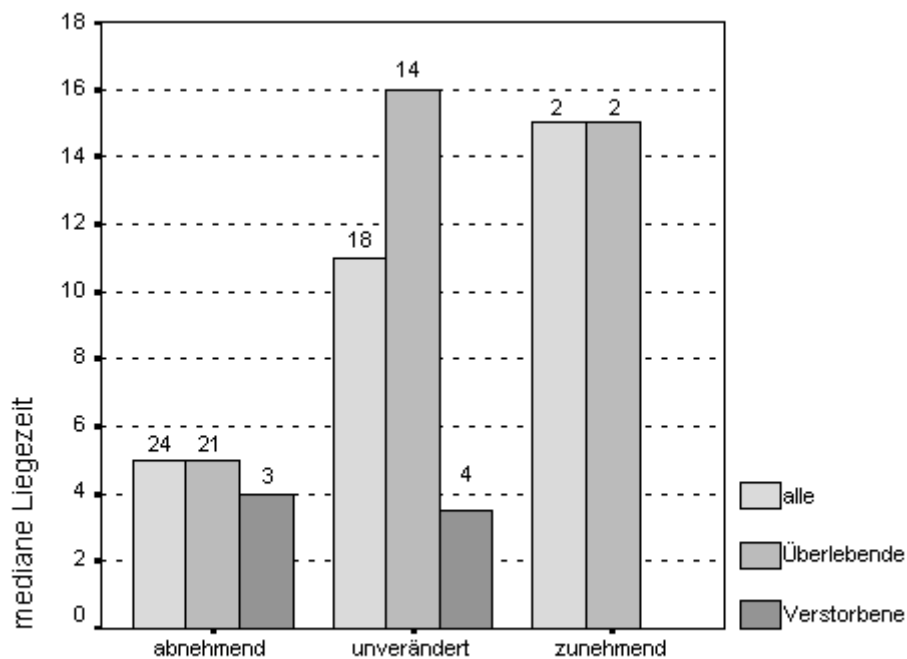
delta- SOFA Tag 1 bei Aufnahme- SOFA 6 - 8

Abbildung 41: Delta- SOFA: Letalität an Tag 2 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 6 - 8 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



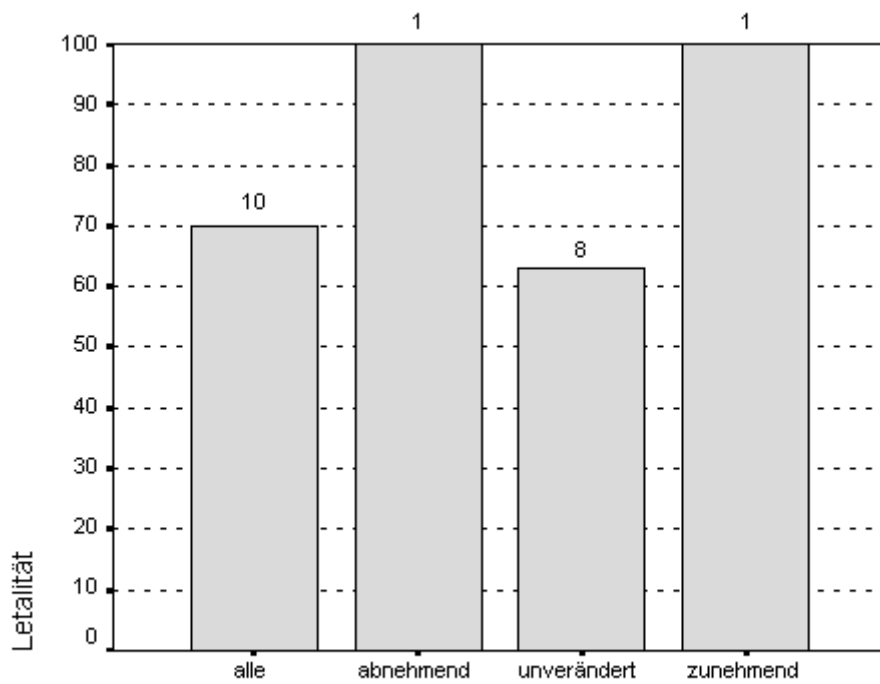
delta- SOFA Tag 2 bei Aufnahme- SOFA 6 - 8

Abbildung 42: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 2 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA 6 - 8 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



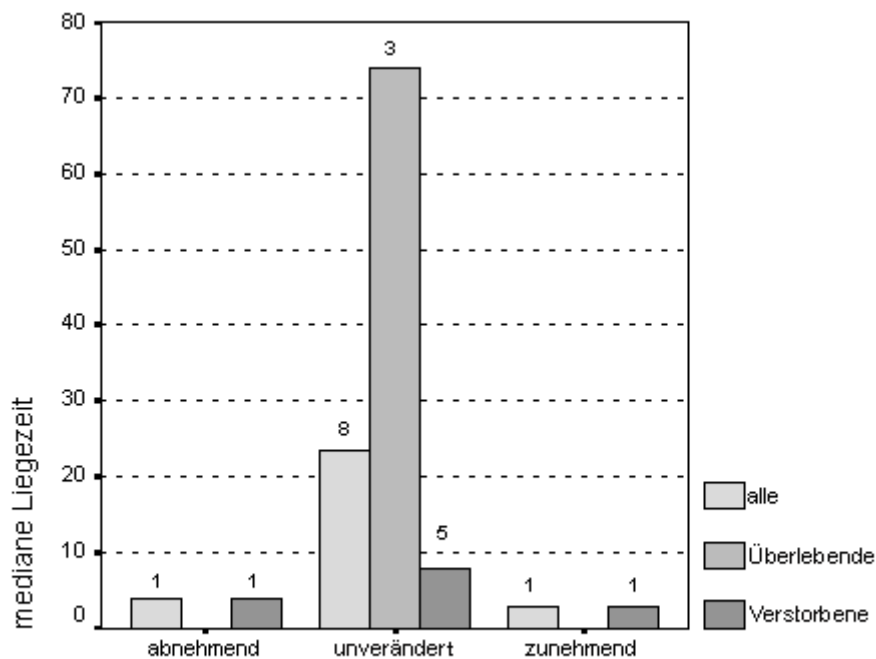
delta- SOFA Tag 2 bei Aufnahme- SOFA 6 - 8

Abbildung 43: Delta- SOFA: Letalität an Tag 1 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA > 8 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



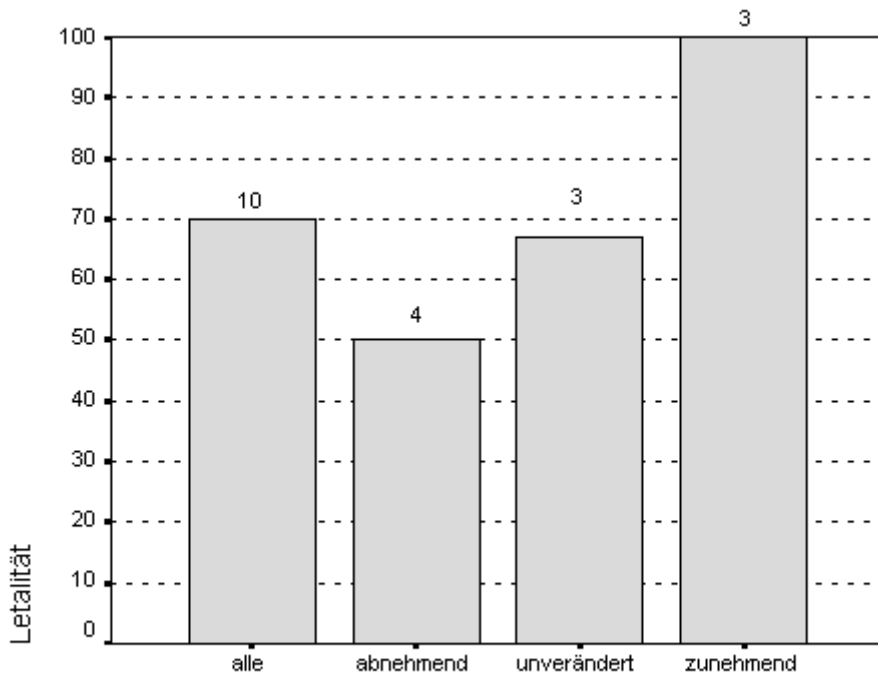
delta- SOFA Tag 1 bei Aufnahme- SOFA > 8

Abbildung 44 : Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 1 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA > 8 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



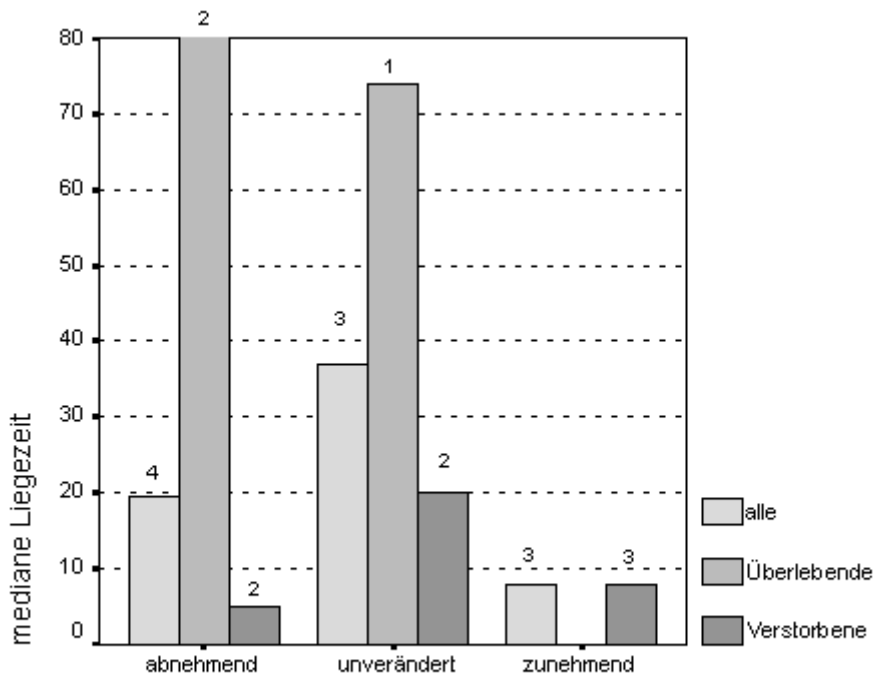
delta- SOFA Tag 1 bei Aufnahme- SOFA > 8

Abbildung 45: Delta- SOFA: Letalität an Tag 2 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA > 8 (Letalität in %, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



delta- SOFA Tag 2 bei Aufnahme- SOFA > 8

Abbildung 46: Delta- SOFA: Liegezeiten an Tag 2 nach Aufnahme für Aufnahme- SOFA > 8 (mediane Liegezeit in Tagen, Patientenanzahl als Balkenbeschriftung)



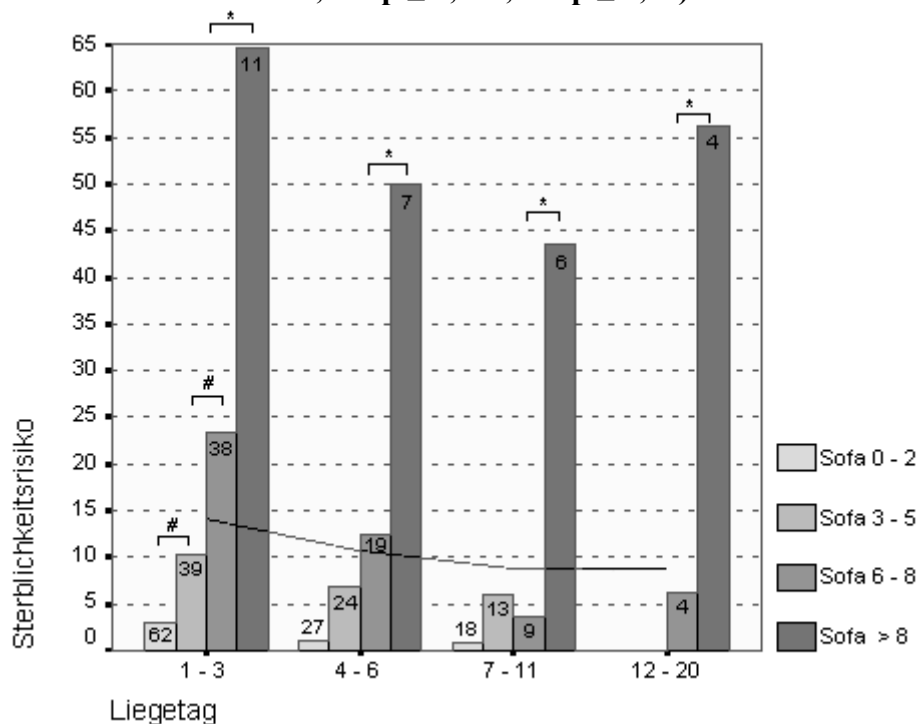
delta- SOFA Tag 2 bei Aufnahme- SOFA > 8

Prognose

Im folgenden Abschnitt ist das Sterblichkeitsrisiko in Abhängigkeit vom SOFA- Score an bestimmten Liegetagen beschrieben. Zuerst wurden die Patienten nach Tages- SOFA oder Delta- SOFA des jeweiligen Tages (1-3; 4-6; 7-11 und 12-20) gruppiert. Dann wurde für die jeweilige Gruppe die Letalität ermittelt. Dazu wurden die Letalitäten der verschiedenen Tage zusammengefasst und gemittelt. Das Ergebnis ist das Sterblichkeitsrisiko.

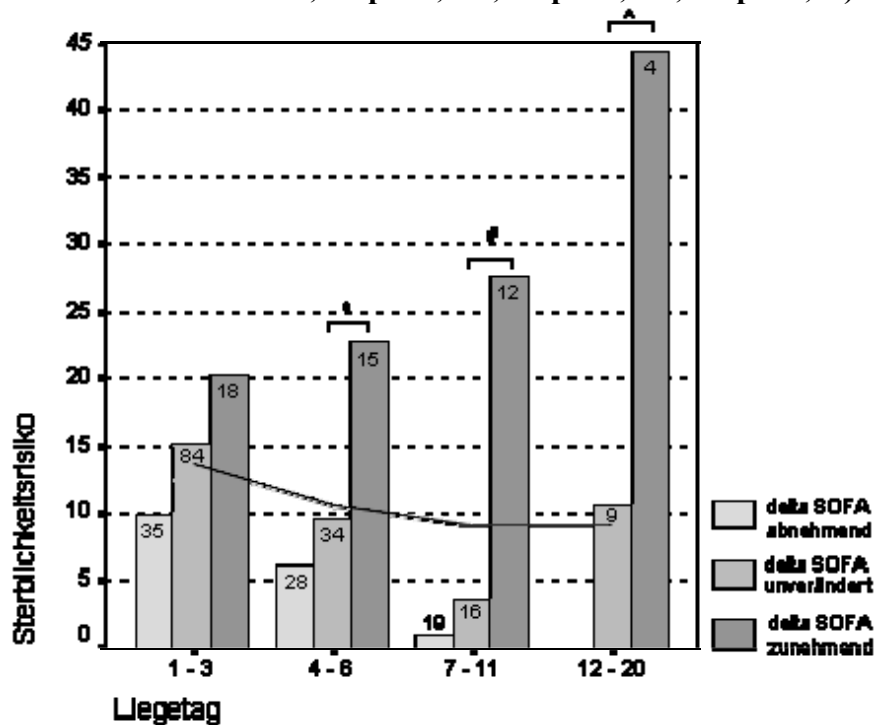
Der größte Unterschied für das Sterblichkeitsrisiko besteht zwischen den Tages- SOFA- Kategorien 6 - 8 und > 8 Punkte. Letztere ergibt ein höheres Sterblichkeitsrisiko an den Tagen 1 - 3 (23,5 % und 64,6 %; $p < 0,001$), 4 - 6 (12,5 % und 50 %; $p = 0,001$), 7 - 11 (3,6 % und 43,6 %; $p < 0,001$) 12 - 20 (6,2 % und 56,3 %; $p < 0,001$). An den Tagen 1 - 3 zeigen sich Unterschiede zwischen den Tages- SOFA- Gruppen 0 - 2 und 3 - 5 Punkten (3 % und 10,2 %; $p = 0,01$) sowie zwischen 3 - 5 und 6 - 8 Punkten (10,2% und 23,5%; $p = 0,008$). Weitere signifikante Unterschiede liegen nicht vor (Abbildung 47).

Abbildung 47: Sterblichkeitsrisiko bei Tages- SOFA an Liegetagen (absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, Median aller Patienten als Graph, Sterblichkeitsrisiko in %, * = $p \leq 0,001$, # = $p \leq 0,01$)



Beim Sterblichkeitsrisiko für den Delta- SOFA ergab sich der größte Unterschied für unveränderte Delta- SOFAs im Vergleich zu zunehmenden. Für letztere ist das Sterblichkeitsrisiko erhöht an den Tagen 4 - 6 (9,5 % und 22,8 %; $p = 0,046$), 7 - 11 (3,6 % und 27,6 %; $p < 0,001$) und 12 - 20 (10,6 % und 44,2 %; $p = 0,01$). Ansonsten zeigen sich keine weiteren signifikanten Unterschiede (Abbildung 48).

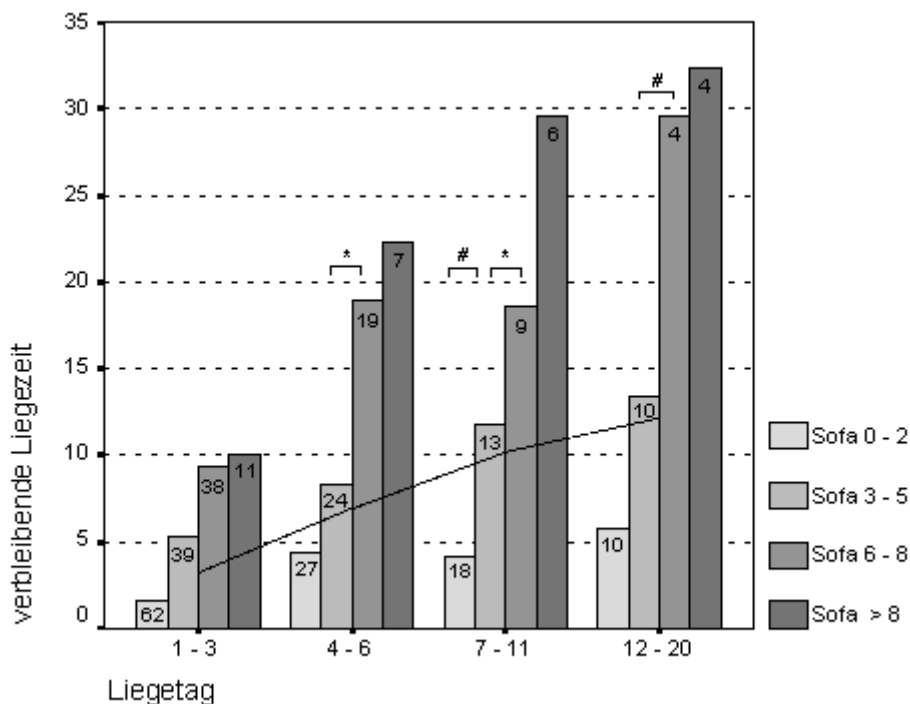
Abbildung 48:
Sterblichkeitsrisiko bei Delta- SOFA an Liegetagen
 (absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, Median aller Patienten als Graph, Sterblichkeitsrisiko in %, * - $p = 0,046$, # - $p < 0,001$, ^ - $p = 0,01$)



Bei der verbleibenden Liegezeit wurde genauso vorgegangen, wie bei der Berechnung des Sterblichkeitsrisikos. Das bedeutet, dass die Patienten nach Tages- SOFA oder Delta-SOFA des jeweiligen Tages (1-3 Tag; 4-6 Tag; 7-11 Tag und 12-20 Tag) gruppiert wurden. Dann wurde für die jeweilige Gruppe die verbleibende Liegezeit ermittelt. Dazu wurden die Restliegezeiten an den verschiedenen Tagen zusammengefasst und gemittelt. Das Ergebnis ist die verbleibende Liegezeit.

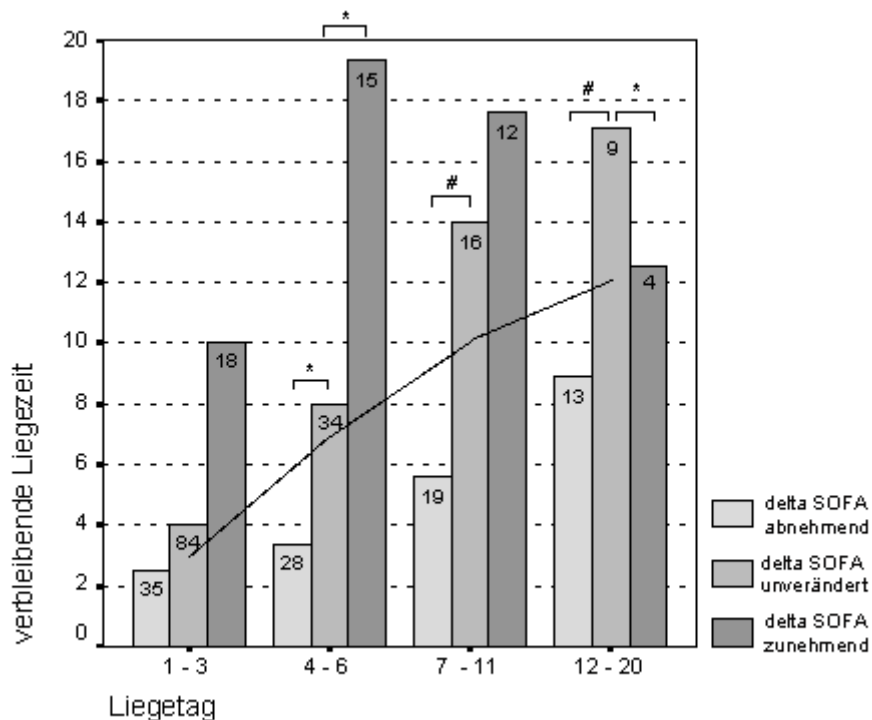
Unterschiede in der verbleibenden Liegezeit ergeben sich zwischen den Tages- SOFA-Kategorien 3 - 5 und 6 - 8 Punkten an den Tagen 4 - 6 (8 und 19 Tage; $p = 0,02$), 7 - 11 (12 und 19 Tage; $p = 0,01$) und 12 - 20 (13 und 19 Tage; $p = 0,002$). Zwischen den Tages-SOFA- Gruppen 0 - 2 und 3 - 5 Punkte zeigen sich Differenzen nur an den Tagen 7 - 11 (4 und 12 Tage; $p = 0,004$) (Abbildung 49).

Abbildung 49: Verbleibende Liegezeit bei Tages- SOFA an Liegetagen (absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, Median aller Patienten als Graph, verbleibende Liegezeit in Tagen, * = $p \leq 0,02$, # = $p < 0,005$)



Unterschiede in der verbleibenden Liegezeit zeigen sich zwischen unveränderten und zunehmenden Delta- SOFA- Werten an den Tagen 4 - 6 (8 und 19 Tage; $p = 0,03$) und 12 - 20 (17 und 13 Tage; $p = 0,02$). Zwischen abnehmenden und unveränderten Delta- SOFA- Werten ergeben sich Differenzen an den Tagen 4 - 6 (3 und 8 Tage; $p = 0,02$), 7 - 11 (5 und 14 Tage; $p = 0,004$) und 12 - 20 (9 und 17 Tage; $p = 0,001$). Ansonsten gibt es keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 50).

Abbildung 50: Verbleibende Liegezeit bei Delta- SOFA an Liegetagen (absolute Patientenanzahl als Balkenbeschriftung, Median aller Patienten als Graph, verbleibende Liegezeit in Tagen, * = $p \leq 0,03$, # = $p < 0,005$)



Diskussion

Ziel der Studie war eine Untersuchung des SOFA-Scores auf

1. Beschreibung der Organdysfunktion
2. Aussagen des Scores und seiner Ableitungen im Hinblick auf das Outcome
3. Prognoseeigenschaften wie Sterblichkeitsrisiko und verbleibende Liegezeit
4. die Anwendungsmöglichkeiten beim Decision- Making

Den Nachweis, ob ein Score, der den Anspruch hat, Organfunktion und -dysfunktion zu beschreiben, diesen auch wirklich erfüllt, hat bis jetzt noch keine Studie vollständig erbringen können. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Begriffsfindung für die Organdysfunktion noch in der Entwicklung und daher eine genaue Definition noch nicht ausgearbeitet worden ist. In die betreffenden Scores sind sämtliche verlässliche Parameter, die momentan zur Verfügung stehen, eingeflochten. Daher ist eine Kontrolle aufgrund des Fehlens von Kontrollmöglichkeiten nur schwer möglich. Allerdings gibt auch unsere Studie Hinweise darauf, dass der SOFA- Score Organdysfunktion misst: Die Liegezeit ist ein weitestgehender Indikator für die Morbidität. Da der SOFA- Score eine gute Korrelation mit der Liegezeit ergibt, kann man rückschließen, dass Organdysfunktionen beschrieben werden. Auch der Zusammenhang mit der Mortalität lässt diesen Rückschluss zu.

Setzt man allerdings voraus, dass die Parameter, aus denen der SOFA- Score besteht, zu einem großen Teil für Entscheidungen über den weiteren Behandlungsverlauf herangezogen wurden, besteht die Möglichkeit, dass der Rückschluss in Hinsicht auf die Liegezeit so nicht zulässig ist.

Im Hinblick auf die einzige Studie mit Traumapatienten von Antonelli et al. ist ein genauer Vergleich nicht möglich [Antonelli, M. et al., 1999]. Bei unserem Patientengut zeigte sich eine ähnliche Geschlechterverteilung. Die Letalität fiel in unserer Studie allerdings niedriger aus, obwohl wir im Gegensatz zu Antonelli et al. auch Patienten mit Liegezeiten von < 48h eingeschlossen hatten. Leider benutzten Antonelli et al. keine Verletzungsscores wie AIS, ISS, TRISS, GCS oder RTS, sodass eine genauere Analyse im Hinblick auf die Verletzungsmuster nicht erfolgen kann.

Bei der Analyse der Letalität zeigten sich viele Übereinstimmungen mit anderen Studien. So stieg die Letalität mit dem Alter, wie es bei anderen schon vorbeschrieben ist [Antonelli, M. et al., 1999]. Ebenfalls zeigte sich eine Erhöhung der Letalität bei kurzen Liegezeiten. Hohe Aufnahme- SOFA- und Maximum- SOFA- Werte gingen mit hoher Letalität einher. Dies zeigten auch schon andere Studien: Ferreira et al. [Ferreira, F.L. et al., 2001] und Vincent et al. [Vincent, J.L. et al., 1998] beschrieben zwar höhere Werte als unsere, zu denen von Antonelli et al. [Antonelli, M. et al., 1999] sind unsere allerdings sehr ähnlich. Eine Erhöhung der Letalität bei den maximalen SOFA- Einzelscores zeigten ebenfalls Antonelli et al. für den respiratorischen, den kardiovaskulären und den koagulatorischen Wert, Moreno et al. [Moreno, R. et al., 1999] für den respiratorischen Wert und Ceriani et al. [Ceriani, R. et al., 2003] für den kardiovaskulären und den hepatischen Wert. Für den renalen SOFA- Einzelscore war vorher noch keine Letalitätserhöhung beschrieben.

Beim Delta- SOFA zeigte sich ein signifikanter Einfluss erst an Tag fünf. Es war allerdings ein Trend zu verzeichnen, der bei zunehmendem Delta- SOFA erhöhte Letalitäten ergab. Ferreira et al. [Ferreira, F.L. et al., 2001] zeigten hingegen signifikante Anstiege der Letalität bei steigenden Delta- SOFA- Werten.

Der beobachtete fehlende Zusammenhang zwischen Delta- SOFA und Letalität in den ersten Tagen ist wahrscheinlich auf die Versterbensursache bei Polytraumapatienten zurückzuführen. Es werden zwei Phasen beschrieben: In der ersten versterben die Patienten durch direkte Auswirkung der Organverletzung. Die zweite beginnt am dritten bis vierten Tag und ist die Folge eines generalisierten Systemischen Inflammatorischen Response Syndromes (SIRS) [Ertel, W. et al., 1994, Faist, E. et al., 1983, Regel, G. et al., 1996, Rose, S. et al., 1996]. Diese beiden Phasen sind auch in unserem Patientengut sichtbar. In der ersten Phase versterben die Patienten hauptsächlich am Schädel- Hirn- Trauma, in der zweiten an Organdysfunktionen. Da nur die Dysfunktion durch den SOFA objektiviert wird, ist ein Zusammenhang des SOFA mit der Letalität bis zum vierten Tag nicht zu erwarten. Bei uns zeigt sich dieser Zusammenhang in der Abhängigkeit des Sterblichkeitsrisikos vom Delta- SOFA ab Tag vier und der Abhängigkeit der Letalität vom Delta- SOFA an Tag fünf.

Der deutliche Zusammenhang des SOFA- Scores mit der Liegezeit ist mit den besonderen Eigenschaften des Polytrauma- Kollektivs zu erklären. Die Liegezeit war bei an Organdysfunktion verstorbenen Patienten erhöht, bei den an sonstigen Komplikationen verstorbenen vermindert. Da Angaben zu Liegezeiten in den anderen SOFA- Studien schlecht beschrieben sind, ist nur eine Verlängerung der Liegezeit mit steigendem Aufnahme- und Maximum- SOFA bekannt [Antonelli, M. et al., 1999, Engel, J.M. et al., 2003, Janssens, U. et al., 2000]. Unsere Studie zeigte zudem noch erhöhte Liegezeiten mit steigendem Alter, maximalen SOFA- Einzelscores und zunehmendem Delta- SOFA. Bei abnehmendem Delta- SOFA ist auch eine abnehmende Liegezeit zu verzeichnen. Ferreira et al. [Ferreira, F.L. et al., 2001] konnten diesen Zusammenhang in ihrer Studie nicht feststellen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die niedrigere Letalitätsrate in unserem

Patientengut. Wenn ein größerer Patientenanteil auf der Intensivstation liegt, können Auswirkungen von Organdysfunktion auf die Liegezeit besser objektiviert werden. Hinzu kommt, dass im Laufe der Jahre die Sterblichkeit bei Polytraumapatienten gesenkt werden konnte [Nast- Kolb, D. et al., 2001]. Daher überleben jetzt gerade Patienten mit schweren Verletzungen, die vor wenigen Jahren noch verstorben wären. Es sind diese Patienten, die eine lange Liegezeit haben. Da sich ihr Anteil erhöht hat, zeigen sich Einflüsse der Organdysfunktion auf die Liegezeit besser.

Insgesamt zeigt unsere Studie einige Abhängigkeiten des SOFA- Scores und seiner Ableitungen, die von anderen Studien bisher nicht beschrieben sind. Eine Erklärung könnte die Art des Patientenkollektivs geben: Andere Studien haben gezeigt, dass Polytraumapatienten eine Patientengruppe mit häufigem Auftreten von Organdysfunktion sind [Nast- Kolb, D. et al., 2001]. Beim Blick auf die Pathogenese der Organdysfunktion, wie sie der SOFA- Score beschreibt, zeigt sich eine Zusammensetzung aus einigen wesentlichen Komponenten wie:

1. Dysfunktion des unspezifischen Immunsystems insbesondere der Makrophagen und Aktivierung des Gerinnungs-, Komplement- und Kinin- Kallikrein- Systems
2. Kreislaufinsuffizienz mit Gewebeischämie und endothelialer Dysfunktion
3. Störung der mukosalen Barrierefunktion des Darms
4. generalisierte Störung zellulärer und subzellulärer Funktionen [Rensing, H. et al., 2001].

Jeder einzelne Punkt wird ebenfalls beschrieben als Folge sowohl von Gewebeerletzung bei Organkontusion und Frakturen als auch von Hypovolämie und Schmerzantwort bei Polytraumapatienten [Rose, S. et al., 1998]. Durch die komplexe Abwehrreaktion des Körpers ist es nicht wichtig, ob ein Organ primär verletzt ist, da auch häufig traumaferne

Organe betroffen sind [Regel, G. et al., 1991, Rose, S. et al., 1996]. Es lässt sich folgern, dass Patienten mit Polytrauma besonders vielen Einflüssen unterliegen, die zu Organdysfunktion führen können. Daher gibt es eindeutiger Zusammenhänge in dieser Patientengruppe, wie es unsere Studie zeigt.

Obwohl der SOFA- Score ursprünglich zur Beschreibung und nicht zur Vorhersage von Organversagen entworfen wurde [Vincent, J.L. et al., 1996], konnten wir wie vor uns andere seine Vorhersagefähigkeit im Hinblick auf die Letalität nachweisen [Junger, A. et al., 2002, Pettilä, V. et al., 2002, Timsit, J.F. et al., 2002]. Ein erhöhtes Sterblichkeitsrisiko war bei sehr hohen Tages- SOFA- Werten und ab dem vierten Tag auch bei zunehmendem Delta- SOFA zu erkennen.

Zudem ergaben sich bei uns erhöhte verbleibende Liegezeiten ab dem vierten Tag bei hohen Tages- SOFA- Werten und ab unverändertem Delta- SOFA. Vergleiche mit anderen Studien sind nicht möglich, da diese Parameter in keiner anderen Studie behandelt worden sind. Das Wissen um die verbleibende Liegezeit ist zur Planung von anfallenden Kosten in Form von Ressourcen- und Personaleinsatz wichtig, da die Kosten direkt mit der Liegezeit zusammenhängen [Moerer, O. et al., 2002]. Auch kann diese Einschätzung als Information für Angehörige über die erwartete Dauer der Behandlung dienen.

Viele Prognose- Scores für Intensivpatienten werden einmalig am Intensivauftag bestimmt und ergeben eine Versterbenswahrscheinlichkeit. Die Wirkungen der gesamten nachfolgenden Therapie und damit eine Kontrolle derselben können diese Scores allerdings nicht darstellen. Dieser bisher quasi „blinde“ Bereich kann mit Hilfe des SOFA- Scores objektiviert werden. Dabei erweist sich die Möglichkeit der täglichen Bestimmung als besonders nützlich. Im Gegensatz zu früheren Prognose- Scores kann somit eine

tägliche Prognosebestimmung erfolgen. Dies ist eine weitere Komponente, die in die Entscheidung des Intensivmediziners beim Decision- Making am Krankenbett einfließen kann. Hier muss aber darauf hingewiesen werden, dass der SOFA- Score zwar zur Einschätzung von Organdysfunktion individuell benutzt werden kann, für die Vorhersage aber lediglich eine Einteilung in Risikogruppen bezüglich der Versterbens- und Liegezeiterwartung möglich ist.

Für das Decision-Making auf der Intensivstation bietet uns der SOFA- Score daher zwei wichtige Informationen: Erstens den Status und die Veränderung der Organdysfunktion und zweitens durch Kenntnis von Letalitäts- und Liegezeitprognosen Information über die Therapiebedürftigkeit des Patienten. Erstere wird benutzt, um Krankheitsverlauf und Therapieerfolge direkt sichtbar zu machen, beide um eine Einschätzung der erforderlichen Therapieform und - intensität sowie deren anfallende Kosten zu ermöglichen.

Nach den Ergebnissen unserer Studie könnte eine Einordnung in Risikogruppen wie in den folgenden zwei Beispielen erfolgen:

1. Ein Patient wird auf die Intensivstation aufgenommen. Ist sein Aufnahme- SOFA größer als 6 Punkte hat er ein erhöhtes Sterblichkeitsrisiko, ist er größer als 3 Punkte, eine verlängerte verbleibende Liegezeit. Steigt der SOFA- Score in den ersten fünf Tagen ist eine verlängerte verbleibende Liegezeit zu erwarten, sinkt er, ist diese verkürzt. Werden maximale SOFA- Werte von 6 Punkten erreicht, liegt ein erhöhtes Sterblichkeitsrisiko vor, bei Werten von 3 Punkten ist eine Verlängerung der Liegezeit zu erwarten.

2. Ein Patient wird aufgenommen mit einem Aufnahme- SOFA zwischen 6 und 8 Punkten. Sein Sterblichkeitsrisiko beträgt damit 23,5 %. Die verbleibende Liegezeit liegt bei 9 Tagen. Verbessert sich der Zustand ab dem vierten Tag, sinkt das Sterblichkeitsrisiko auf 6,1 % und die verbleibende Liegezeit auf 3 Tage. Bei Verschlechterung zur gleichen Zeit

bleibt das Sterblichkeitsrisiko gleich (22,8 %) und die verbleibende Liegezeit liegt bei 19 Tagen. Der behandelnde Arzt kann somit abschätzen, ab welchem Zeitpunkt richtungsweisende Verbesserungen oder Verschlechterungen der Outcomeprognose vorliegen.

Die Anwendung im Decision- Making im Hinblick auf allgemeine und spezielle Therapieentscheidungen ist durch den retrospektiven Charakter der Studie nur als Anstoß für weitere Studien zu sehen. Um eine Konsequenz für Therapieentscheidungen zu erwirken, muss eine prospektive Studie die bei uns gefundenen Zusammenhänge validieren.

Probleme und Entscheidungen während der Studie

Für die Intubationszeit zeigte sich eine signifikante Korrelation mit der Liegezeit. Eine gesonderte Behandlung wurde daher nicht vorgenommen.

Bei der Untersuchung des Delta- SOFA nahmen wir eine Unterteilung in drei Aufnahme- SOFA- Gruppen vor. Ziel war es, noch genauere Abhängigkeiten des Delta- SOFA vom Aufnahme- SOFA zu beschreiben. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Delta- SOFA und Outcomeparametern in den verschiedenen Gruppen konnte allerdings nicht gezeigt werden. Ursächlich hierfür waren unserer Meinung nach jedoch die geringen Patientenzahlen, sodass ein Zusammenhang noch nicht ausgeschlossen werden sollte.

Als Schwäche der Studie ist die retrospektive Durchführungsart anzusehen. Fehlende Werte kamen beim RTS, TISS und GCS vor. Diese Patienten waren zu 97 % aus anderen Häusern zuverlegt, wo diese Daten erst gar nicht erhoben worden waren.

Leider waren die Verlaufswerte von 29 Patienten, deren Verletzungsmuster sich signifikant von denen der Studienpatienten unterschied, auch nach weiteren Nachforschungen nicht auffindbar. Es besteht die Möglichkeit, dass diese Patienten zwar in den Schockraum, von

dort aber nicht auf die Intensivstation oder auf andere Stationen gelangten. Die Patienten wiesen einen signifikant niedrigeren GCS und RTS sowie eine höhere Gesamtverletzungsschwere bei schwerem abdominellen, thorakalen und Extremitätentrauma auf. Bezüglich der übrigen Parameter waren beide Gruppen allerdings vergleichbar.

Der GCS wurde für die Berechnung des SOFA- Werts nicht verwendet, da durch Intubation und Sedierung eine verlässliche Abschätzung nicht zu erwarten war. Eine Benutzung hätte zu einem großen Anteil wahrscheinlich falscher Werte mit daraus folgenden Konsequenzen auf die Aussagen geführt. Auch andere Studien vor uns haben schon auf den GCS verzichtet [Lefering, R. et al., 1998, Lefering, R., 2002].

Stärken der Studie sind die Untersuchung eines großen Kollektivs, das durch ein prospektiv geführtes Traumaregister mit eigener Qualitätsüberprüfung verwaltet wurde. Alle Patienten sind Traumapatienten, die besondere Einschlusskriterien erfüllen mussten und deren Verletzungsausmaß durch weitere Scores gut beschrieben ist. Weiterhin wurden alle im selben Krankenhaus behandelt, sodass eventuelle Einflüsse durch verschiedene Systeme oder Handhabungen nicht bestanden.

Vorteilhaft für die Untersuchung des SOFA- Scores im allgemeinen ist, dass sämtliche bei den Patienten vorhandenen Schäden dem Trauma eindeutig zuzuordnen sind und Ergebnisse daher weniger wahrscheinlich durch unbekannte Faktoren beeinflusst werden können.

Schlusseinschätzung

Unsere Studie zeigt, dass der SOFA- Score bei Traumapatienten anwendbar ist. Damit bestätigen wir die Studie von Antonelli et al. und ergänzen sie in einigen Punkten [Antonelli, M. et al., 1999]. Durch den SOFA- Score ist eine Einschätzung der Organfunktionen sowohl an einzelnen Zeitpunkten während der Behandlung als auch im Verlaufsvergleich möglich. Eine Vorhersage von Letalität und Liegezeit ist bei allen SOFA- Ableitungen (beim Delta- SOFA teilweise einschränkend ab Tag fünf) möglich.

Eine Einteilung von Patienten nach Sterblichkeitsrisiko und verbleibender Liegezeit ist ab Tag fünf mit dem Tages- SOFA und dem Delta- SOFA durchführbar. Daher verspricht der Ansatz, den SOFA- Score als Prognoseparameter im klinischen Alltag einsetzen zu können, Erfolg.

Bevor der SOFA- Score aber in ein Decision- Making eingebunden werden kann, muss diese Eigenschaft ausführlich validiert werden.

Zusammenfassung

Die Anwendung des SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)- Scores bei Polytraumapatienten war bislang unzureichend untersucht. Daher prüften wir den SOFA-Score und seine Ableitungen (Aufnahme- SOFA, Tages- SOFA, Maximum- SOFA, SOFA- Einzelscores und Delta- SOFA) im Hinblick auf die Outcomeparameter Letalität, Liegezeit und Intubationszeit. Des Weiteren analysierten wir die Prognosefähigkeit des SOFA- Scores, indem wir das Sterblichkeitsrisiko und die verbleibende Liegezeit auf der Intensivstation berechneten. Mit Hilfe der Ergebnisse nahmen wir eine Abschätzung für die Verwendbarkeit des SOFA- Scores beim Decision- Making vor.

Unsere Studie zeigt, dass der SOFA- Score bei Traumapatienten anwendbar ist. Durch den SOFA- Score ist eine Einschätzung der Organfunktionen sowohl an einzelnen Zeitpunkten während der Behandlung als auch im Verlaufsvergleich möglich. Bei den untersuchten Ableitungen zeigten sich Erhöhungen der Letalität bei: Aufnahme- SOFA (ab 6 Punkten), Maximum- SOFA (ab 6 Punkten), maximaler respiratorischer SOFA (ab 2 Punkten), maximaler kardiovaskulärer SOFA (ab 3 Punkten), maximaler koagulatorischer SOFA (ab 2 Punkten), maximaler hepatischer SOFA (ab 3 Punkten), maximaler renaler SOFA (ab 1 Punkt) und Delta- SOFA (bei zunehmendem an Tag 5). Anstiege der Liegezeiten waren zu finden bei: Aufnahme- SOFA (ab 3 Punkten), Maximum-SOFA (ab 3 Punkten), maximaler respiratorischer SOFA (ab 2 Punkten), maximaler kardiovaskulärer SOFA (ab 2 Punkten), maximaler koagulatorischer SOFA (ab 1 Punkt), maximaler hepatischer SOFA (ab 1 Punkt), maximaler renaler SOFA (ab 1 Punkt) und Delta- SOFA (bei zunehmendem an den Tagen 1 bis 5). Eine Erhöhung von Sterblichkeitsrisiko und verbleibender Liegezeit ist (ab Tag 5) beim Tages- SOFA (ab 8 bzw. 6 Punkten) und Delta- SOFA (ab zunehmendem bzw. unverändertem) zu erkennen. Somit bestehen durch unsere Studie Grundlagen, um weitere Studien des SOFA- Scores zur Eingliederung ins Decision- Making durchzuführen.

Literaturverzeichnis

1. Antonelli, M., Moreno, R., Vincent, J.L., Sprung, C.L., Mendonca, A., Passariello, M., Riccioni, L., Osborn, J. (1999):
Application of SOFA score to trauma patients.
Intensive-Care-Med 25, 389 - 394.
2. Baker, S.P., O'Neill, B., Haddon, W., Long, W.B. (1974):
The injury severity score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care.
J-Trauma 14, 187 - 196.
3. Bernard, G.R. (1997):
The brussels score.
Sepsis 1, 43 - 44.
4. Bota, D.P., Mélot, C., Ferreira, F.L., Ba, V.N., Vincent, J.L. (2002):
The multiple organ dysfunction score (MODS) versus the sequential organ failure assessment (SOFA) score in outcome prediction.
Intensive-Care-Med 28, 1619 - 1624.
5. Boyd, C.R., Tolson, M.A., Copes, W.S. (1987):
Evaluating trauma care: The TRISS method.
J-Trauma 27, 370 - 378.
6. Ceriani, R., Mazzoni, M., Bortone, F., Gandini, S., Solinas, C., Susini, G., Parodi, O. (2003):
Application of the sequential organ failure assessment score to cardiac surgical patients.
Chest 123, 1229 - 1239.
7. Champion, H.R., Sacco, W.J., Copes, W., Gann, D.S., Gennarelli, T.A., Flanagan, M.E. (1989):
A revision of trauma score.
J-Trauma 29, 623 - 629.
8. Committee on Medical Aspects of Automotive Safety (1971):
Rating the severity of tissue damage.
JAMA 215, 277 - 280.
9. Crump, J.M., Duncan, D.A., Wears, R. (1988):
Analysis of multiple organ system failure in trauma patients and nontrauma patients.
Am-Surg 54, 702 - 708.
10. Engel, J.M., Junger, A., Zimmer, M., Hartmann, B., Benson, M., Röhrig, R., Banzhaf, A., Hempelmann, G. (2003):
Korrelation eines automatisch generierten SOFA- Scores und seiner abgeleiteten Größen mit der Liegedauer auf einer operativen Intensivstation.
Anesthesiol-Intensivmed-Notfallmed-Schmerzther 38, 397 -402.

11. Ertel, W., Trentz, O. (1994):
Polytrauma und Multiorgan- Dysfunktionssyndrom (MODS).
Zentralbl-Chir 119, 159 - 167.

12. Faist, E., Baue, A.E., Dittner, H., Heberer, G. (1983):
Multiple organ failure in polytrauma patients.
J-Trauma 23, 775 - 787.

13. Ferreira, F.L., Bota, D.P., Bross, A., Mélot, C., Vincent, J.L. (2001):
Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients.
JAMA 286, 1754 - 1758.

14. Goris, R.J.A. (1985):
Multiple- organ failure. Generalized autodestructive inflammation?
Arch-Surg 120, 1109 - 1115.

15. Grotz, M., von Griensven, M., Stalp, M., Kaufmann, U., Hildebrand, F., Pape, H.C. (2001):
Scoring des Multiorganversagens nach schwerem Trauma.
Chirurg 72, 723 - 730.

16. Hantke, M., Holzer, K., Thöne, S., Schmandra, T., Hanisch, E. (2000):
Der SOFA- Score in der Beurteilung septischer Krankheitsbilder.
Chirurg 71, 1270 - 1276.

17. Janssens, U., Graf, C., Graf, J., Radke, P.W., Königs, B., Koch, K.C., Lepper, W., vom Dahl, J., Hanrath, P. (2000):
Evaluation of the SOFA score: a single- center experience of a medical intensive care unit in 303 consecutive patients with predominantly cardiovascular disorders.
Intensive-Care-Med 26, 1037 - 1045.

18. Junger, A., Engel, J., Benson, M., Böttger, S., Grabow, C., Hartmann, B., Michel, A., Röhrig, R., Marquardt, K., Hempelmann, G. (2002):
Discriminative power on mortality of a modified sequential organ failure assessment score for complete automatic computation in an operative intensive care unit.
Crit-Care-Med 30, 338 - 342.

19. Knaus, W.A., Draper, E.A., Wagner, D.P., Zimmermann, J.E. (1985):
APACHE II: A severity of disease classification system.
Crit-Care-Med 13, 818 - 829.

20. Knaus, W.A., Wagner, D.P., Draper, E.A., Zimmermann, J.E., Bergner, M., Bastos, P.G., Sirio, C.A., Murphy, D.J., Lotring, T., Damiano, A., Harrell, F.E. (1991):
The APACHE III prognostic system.
Chest 100, 1619 - 1636.

21. Le Gall, J.R., Lemeshow, S., Saulnier, F. (1993):
A new simplified acute physiology score (SAPS II).
JAMA 270, 2957 - 2963.

22. Le Gall, J.R., Klar, J., Lemeshow, J., Saulnier, F., Alberti, C., Artigas, A., Teres, D. (1996):
The logistic organ dysfunction system. A new way to assess organ dysfunction in the intensive care unit.
JAMA 276, 802 - 810.
23. Lefering, R., Neugebauer, E. (1998):
Objektivierung der Organ(dys-)funktion in der Intensivmedizin - Warum und wie?
Anesthesiol-Intensivmed-Notfallmed-Schmerzther 35, 177 - 181.
24. Lefering, R. (2002):
Erste Ergebnisse des nationalen Registers zum externen Qualitätsvergleich der Intensivmedizin.
Intensivmed 39, 334 - 340.
25. Lemeshow, S., Teres, D., Klar, J., Avrunin, J.S., Gehlbach, S.H., Rapoport, J. (1993):
Mortality probability models (MPM II).
JAMA 270, 2478 - 2486.
26. Marshall, J.C., Christou, N.V., Horn, R., Meakins, J.L. (1988):
The microbiology of organ failure.
Arch-Surg 123, 309 - 314.
27. Marshall, J.C., Cook, D.J., Christou, N.V., Bernard, G.R., Sprung, C.L., Sibbald, W.J. (1995):
Multiple organ dysfunction score.
Crit-Care-Med 23, 1638 - 1652.
28. Marshall, J.C. (1999):
Charting the course of critical illness: Prognostication and outcome description in the intensive care unit.
Crit-Care-Med 27, 676 - 678.
29. Moerer, O., Schmid, A., Hofman, M., Herklotz, A., Reinhart, K., Werdan, K., Schneider, H., Burchardi, H. (2002):
Direct costs of severe sepsis in three German intensive care units based on retrospective electronic patient record analysis of resource use.
Intensive-Care-Med 28, 1440 - 1446.
30. Moore, F.A., Moore, E.E., Read, R.A. (1993):
Postinjury multiple organ failure: Role of extrathoracic injury and sepsis in adult respiratory syndrome.
New-Horiz 1, 538 - 549.
31. Moreno, R., Vincent, J.L., Matos, R., Mendonca, A., Cantraine, F., Thijs, L., Takala, J., Sprung, C., Antonelli, M., Bruining, H., Willatts, S. (1999):
The use of maximum SOFA score to quantify organ dysfunction/failure in intensive care. Results of a prospective, multicentre study.
Intensive-Care-Med 25, 686 - 696.

32. Nast- Kolb, D., Aufmkolk, M., Rucholtz, S., Obertacke, U., Waydhas, C. (2001):
Multiple organ failure still a major cause of morbidity but not mortality in blunt multiple trauma.
J-Trauma 51, 835 - 842.
33. Oda, S., Hirasawa, H., Sugai, T., Shiga, H., Nakanishi, K., Kitamura, N., Sadahiro, T., Hirano, T. (2000):
Comparison of sepsis- related organ failure assessment (SOFA) score and CIS (cellular injury score) for scoring of severity for patients with multiple organ dysfunction syndrome (MODS).
Intensive-Care-Med 26, 1786 - 1793.
34. Pettilä, V., Petillä, M., Sarna, S., Voutilainen, P., Takkunen, O. (2002):
Comparison of multiple organ dysfunction scores in the prediction of hospital mortality in the critically ill.
Crit-Care-Med 30, 1705 - 1711.
35. Regel, G., Sturm, J.A., Pape, H.C., Gratz, K.F., Tscherne, H. (1991):
Das Multiorganversagen (MOV).
Unfallchirurg 94, 487 - 497.
36. Regel, G., Grotz, M., Weltner, T., Sturm, J.A., Tscherne, H. (1996):
Pattern of organ failure following severe trauma.
World-J-Surg 20, 422 - 429.
37. Rensing, H., Bauer, M. (2001):
Multiorganversagen.
Anaesthesist 50, 819 - 841.
38. Rose, S., Marzi, I. (1996):
Pathophysiologie des Polytraumas.
Zentralbl-Chir 121, 896 - 913.
39. Rose, S., Marzi, I. (1998):
Mediators in polytrauma - pathophysical significance and clinical relevance.
Langenbecks-Arch-Surg 383, 199 - 208.
40. Teasdale, G., Jennett, B. (1974):
Assessment of coma and impaired consciousness.
Lancet 2, 81 - 83.
41. Timsit, J.F., Fosse, J.P., Troché, G., de Lassence, A., Alberti, C., Garrouste- Orgeas, M., Bornstain, C., Adrie, C., Cheval, C., Chevret, S. (2002):
Calibration and discrimination by daily logistic organ dysfunction scoring comparatively with daily sequential organ failure assessment scoring for predicting hospital mortality in critically ill patients.
Crit-Care-Med 30, 2003 - 2013.

42. Vincent, J.L., Moreno, R., Takala, J., Willatts, S., De Mendonca, A., Bruining, H., Reinhart, C.K., Suter, P.M., G, T.L. (1996):
The SOFA (sepsis-related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction/failure.
Intensive-Care-Med 22, 707 - 710.

43. Vincent, J.L., De Mendonca, A., Cantraine, F., Moreno, R., Takala, J., Suter, P.M., Sprung, C.L., Colardyn, F., Blecher, S. (1998):
Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: Results of a multicenter, prospective study.
Crit-Care-Med 26, 1793 - 1800.

Anhang

Abkürzungen und Erklärungen

SOFA- Score	Sequential Organ Failure Assessment- Score
Tages- SOFA	SOFA- Score eines bestimmten Tages
SOFA- Einzelscore	einer der sechs Organscores, aus denen der SOFA- Score besteht
Maximum- SOFA	maximaler SOFA- Score während des Intensivstationsaufenthalts
Delta- SOFA	Differenz von Tages- SOFA und Aufnahme- SOFA
TMS - Total Maximum SOFA	Summe der maximalen SOFA- Einzelscores während des Intensivstationsaufenthalts
Delta- SOFA (berechnet aus TMS)	Differenz von TMS und Aufnahme- SOFA
AIS	Abbreviated Injury Scale
APACHE	Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
CIS	Cellular Injury Score
FiO ₂	Fraktion des eingeatmeten Sauerstoffs
GCS	Glasgow Coma Scale
ISS	Injury Severity Score
LODS	Logistic Organ Dysfunction Score
MAP	Mittlerer arterieller Druck
MODS	Multiple Organ Dysfunction Score
MPM	Mortality Predicting Model
PaO ₂	Arterieller Sauerstoffpartialdruck
PEEP- Beatmung	Positive Endexpiratory Pressure- Beatmung
Predictive Power	Unterscheidung zwischen Überlebenden und Verstorbenen
RTS	Revised Trauma Score
SAPS	Simplified Acute Physiology Score
SIRS	Systemisches Inflammatorisches Response Syndrom
TRISS	Trauma Injury Severity Score
ZNS	Zentrales Nervensystem

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Stefan Hicking, wohnhaft in Ebringen
Geburtsdatum und Ort: 30.01.1978 in Essen

Schulbildung

1984 - 1988 Grundsule in Essen
1988 - 1994 Gymnasium Werden, Essen
1995 St.Thomas of Canterbury College
Christchurch, Neuseeland
1995 – 1997 Gymnasium Werden, Essen
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Studium der Humanmedizin

1997 - 2004 Universität Duisburg- Essen
09 / 1999 Ärztliche Vorprüfung
08 / 2000 1. Staatsexamen
03 / 2003 2. Staatsexamen
04 / 2003 – 03 / 2004 praktisches Jahr
Alfried Krupp Krankenhaus, Essen
05 / 2004 3. Staatsexamen