

Aus der Klinik für Strahlenheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Beziehung zwischen primären Multi-Slice-CT-Befunden und
posttraumatischer Lebensqualität bei polytraumatisierten Patienten

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité –Universitätsmedizin Berlin

von

Steffen Knopke

aus Eisenhüttenstadt

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. R.-J. Schröder
2. Prof. Dr. med. J. Mäurer
3. Prof. Dr. med. J. Hierholzer

Datum der Promotion: 30. Januar 2009

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
1. Einleitung.....	6
1.1. Definition der Lebensqualität	6
1.2. Auseinandersetzung mit dem Begriff Polytrauma.....	7
1.3. Behandlungsalgorithmen	7
1.4. Bildgebung bei der Versorgung polytraumatisierter Patienten	9
1.5. Ökonomische Evaluation der polytraumatischen Erkrankung	19
1.6. Ethische Hinführung	21
1.7. Herleitung einer Fragestellung	23
2. Methodik.....	24
2.1. Studiendesign.....	24
2.2. Studienpopulation	24
2.3. Klassifizierung radiologischer Befunde	26
2.4. Definition der Verletzungsschwere	28
2.5. Erhebung des Lebensqualitätsindex	29
2.6. Datenmanagement	31
2.7. Statistische Auswertung.....	32
3. Ergebnisbeschreibung.....	33
3.1. Allgemeine und demographische Analyse	33
3.2. Radiologisch diagnostischer Zugewinn.....	37
3.3. Klassifizierung radiologisch diagnostischen Zugewinns.....	39
3.4. Verletzungskombinationen	42
3.5. Abhängigkeit der Intensivliegedauer von der Befundklassifikation	44
3.6. Lebensqualität nach polytraumatischer Erkrankung	46
3.7. Abhängigkeit des Lebensqualitätsindex von der Verletzungslokalisation	54

4.	Diskussion.....	57
4.1.	Studiendesign.....	57
4.2.	Allgemeine und medizinische Analyse	61
4.3.	Radiologische Befunde	63
4.4.	Lebensqualität.....	75
4.5.	Limitation dieser Untersuchung	78
5.	Zusammenfassung	80
6.	Literaturverzeichnis	82
	Abbildungsverzeichnis.....	92
	Tabellenverzeichnis.....	93
	Danksagung.....	94
	Lebenslauf.....	95
	Erklärung an Eides Statt.....	96

Abkürzungsverzeichnis

AIS	Abbreviated Injury Scale
ARDS	Adult Respiratory Distress Syndrome
ATLS [®]	Advanced-Trauma-Life-Support
BG-A	Befundgruppe A
BG-B	Befundgruppe B
BG-C	Befundgruppe C
CT	Computertomographie
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
G-DRG	German Diagnostic Related Groups
ISS	Injury Severity Score
MOV	Multiorganversagen
MRT	Magnetresonanztomographie
MSCT	Multi-Slice-CT
PTS	Hannoverscher „Polytraumaschlüssel“
SF-36	Short Form 36

1. Einleitung

1.1. Definition der Lebensqualität

Eine Vielzahl von Publikationen beschäftigt sich haupt- oder nebensächlich mit dem Thema Lebensqualität. Nach Auswertung der vorliegenden Literatur konnte eine einheitliche Definition des Begriffs Lebensqualität nicht ausgemacht werden. Vielmehr zeigt sich ein Sammelsurium verschiedenster Modellvorstellungen unterschiedlichster Komplexität. Führend sind soziologische und psychologische Ansätze. Die Notwendigkeit einer einheitlichen Definition des Terminus ist jedoch von höchster Priorität für Verständnis, Bewertung und Vergleichbarkeit von gewonnenen Ergebnissen. Als Grundlage für lebensqualitätsorientierte Forschung in dieser Arbeit soll die 1994 vorgestellte Definition der „Quality of Life“ der WHOQOL-Group, einer Arbeitsgruppe der World Health Organization (WHO), herangezogen werden.

“Quality of life is defined as individual’s perceptions of their position in life in the context of the culture and value system where they live, and in relation to their goals, expectations, standards and concerns. It is a broad ranging concept, incorporating in a complex way a person’s physical health, psychological state, level of independence, social relationships, personal beliefs and relationship to salient features of the environment.”

(The WHOQOL-Group, 1994 in (102), S. 17-18)

Drei wesentliche Aspekte werden mit dieser Definition hervorgehoben. Lebensqualität stellt sich als eine subjektive Wahrnehmung eigenen Befindens unabhängig vom Schweregrad körperlicher Leiden dar. Das heißt: Lebensqualität ist nicht objektivierbar. Des Weiteren üben Kultur oder vom Individuum wahrgenommene Wertesysteme einen Einfluss auf die Lebensqualität aus. Ergebnis dieser Erkenntnisse ist, dass interkulturell gewonnene Untersuchungsergebnisse in jedem Fall einer kritischen Beurteilung bedürfen. Weiterhin wird das multidimensionale Verständnis von Lebensqualität betont. Dazu werden sechs Dimensionen herausgearbeitet, wobei jede zu gleichen Anteilen einfließt.

1.2. Auseinandersetzung mit dem Begriff Polytrauma

Definitionsgemäß vom Polytrauma abzugrenzen ist das Barytrauma. Hierbei handelt es sich um eine isolierte Verletzung, durch die eine lebensbedrohliche Situation für den Patienten induziert wird (96).

Die Definition eines Polytraumas nach Tscherne (96) beschreibt einen Verunfallten, der an mindestens zwei Körperregionen Verletzungen aufweist, wobei mindestens eine der Verletzungen oder die Kombination aus beiden, lebensbedrohliche Ausmaße annimmt. Im Gegensatz dazu finden bei Trentz (76,83) immunologische Faktoren Berücksichtigung. Trentz postuliert, dass es sich beim Terminus Polytrauma um ein Syndrom aus multiplen Verletzungen mit konsekutiver systemischer Reaktion handle, das zu Funktionseinschränkungen oder zum Versagen von primär nicht verletzten Organen führen kann. Die betroffenen Patienten sind vital bedroht. Gemeinsamkeit beider Begriffsklärungen ist, dass die einzelne Verletzung respektive Funktionsstörung nicht zwangsläufig zu einer lebensbedrohlichen Situation für den Patienten führt, wohl aber die Kombination mehrerer Verletzungen dieser Art. Als wissenschaftliche Grundlage existieren zu diesem Zeitpunkt beide Begriffsbestimmungen nebeneinander, wobei die Basis dieser Arbeit, vor dem Hintergrund des aktuellen Wissensstandes, die Definition nach Trentz bildet.

1.3. Behandlungsalgorithmen

Das Patienten-Outcome nach polytraumatischer Erkrankung konnte in den vergangenen Jahrzehnten stetig verbessert werden. Die polytraumabedingte Sterblichkeit wurde im Zeitraum von 1970 bis 2000 von etwa 40% auf unter 10% gesenkt (75). Als Ursache werden vielfältige Neuerungen in der präklinischen und klinischen Akutversorgung angesehen. Wesentliche Bestandteile sind die Schaffung eines flächendeckenden Rettungssystems, die Organisation von Traumazentren und die Einführung von standardisierten Algorithmen zur interdisziplinären Kooperation von Unfallchirurgie, Anästhesie, Neurologie sowie Neurochirurgie und Radiologie (7,69,70,96). Abläufe sollen logisch strukturiert und frei von Unterbrechungen sein (43). Der Komplexität der polytraumatischen Erkrankung und ihren Anforderungen an apparative und personelle Ressourcen wird damit Rechnung getragen. Eine möglichst vollständige bildgebende Diagnostik durchzuführen, besitzt hohen Stellenwert, da nicht zuletzt die Qualität der Bildgebung über eine suffiziente und prioritätenorientierte Therapieplanung entscheidet. Dem Radiologen kommt im Rahmen des Polytraumamanagements die Aufgabe zu, mit Hilfe der technischen Gegebenheiten

einen möglichst exakten Gesamtüberblick der Verletzungen der Patienten zu geben. Zeiteffizienter Einsatz relevanter Diagnostik besitzt höchste Priorität. Demzufolge wird die Möglichkeit des Einsatzes geforderter Diagnostik durch den Faktor Zeit begrenzt (43,84,103).

Mit fester Integration in die klinischen Schockraumalgorithmen nimmt radiologische Diagnostik eine zentrale Funktion der frühen klinischen Versorgung polytraumatisierter Patienten ein (43). Zwei klinische Algorithmen zur Versorgung von Patienten mit polytraumatischer Erkrankung dominieren. Klinische Algorithmen werden als klinikspezifische, standardisierte Handlungsleitlinien definiert, die die Optimierung von Abläufen und deren Entscheidungspunkten unter der Verwendung von Flow-Charts zum Ziel haben. Es handelt sich dabei um wissenschaftliche Leitlinien, die einen möglichen Handlungsweg aufzeigen (99).

Der von Nast-Kolb et al. (55) vorgestellte Algorithmus unterteilt die frühklinische Versorgung polytraumatisierter Patienten in vier Phasen: Alpha, Bravo, Charlie und Delta. In diesen Phasen sind die verschiedenen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen innerhalb der „golden hour of shock“ nach Dringlichkeit eingestuft. Die „golden hour of shock“ bezeichnet in der Literatur die erste Stunde nach einem erfolgten Trauma, somit die präklinische Versorgung und das Schockraummanagement respektive die frühklinische Versorgung. Der weitere klinische Verlauf wird von der „golden hour of shock“ maßgeblich mitbestimmt. Jeder Phase ist eine Zeitfenster als Zielvorgabe zugewiesen (43,44,55,92).

Phase „Alpha“ beinhaltet lebensrettende Sofortmaßnahmen. Im Zeitintervall von einer Minute ist dabei die radiologische Basisdiagnostik einzuleiten, welche eine Bildgebung mittels Sonographie von Pleura, Herz und Abdomen sowie mittels konventioneller Radiographie von HWS seitlich, Thorax und Becken umfasst. Für Phase „Bravo“ ist ein zeitlicher Rahmen bis zur 6. Minute nach Schockraumaufnahme vorgesehen. Die begonnene radiologische Basisdiagnostik ist abzuschließen und die weiterführende Diagnostik und Therapie unmittelbar lebensbedrohlicher Störungen und Verletzungen anzuschließen. Die Phase „Charlie“ (7.-30. Minute) sieht eine spezifische Organdiagnostik vor, die sich aus radiologischer Sicht hauptsächlich auf die Durchführung der Computertomographie des Kopfes und des Körperstammes stützt. Parallel zum Monitoring werden Therapiemaßnahmen, wenn notwendig vor Abschluss der Diagnostik, durchgeführt. Die abschließende Phase „Delta“ (>30. Minute) beinhaltet die Komplettierung konventioneller Röntgenaufnahmen sowie die Durchführung ergänzender CT-Untersuchungen (42-44,55).

Das Advanced-Trauma-Life-Support (ATLS®)-Konzept des American College of Surgeons Committee on Trauma (ACS-COT) wurde als Standardprozedur der frühen klinischen Versorgung und Therapie bei schwerstverletzten Patienten im Jahr 2003 offiziell durch die DGU in Deutschland eingeführt (7,83). Der ATLS® orientiert sich ebenfalls an der „golden hour of shock“ und beinhaltet eine zweistufige Behandlungsleitlinie. Im „Primary survey“ werden mit Hilfe des Leitfadens die potenziell lebensbedrohlichen Verletzungen beim polytraumatisierten Patienten erkannt und unverzüglich behandelt. Eingebettet ist ein wiederholter „Blitzcheck“ der Vitalfunktionen nach dem A-B-C-Schema (Airway-Breathing-Circulation). In dieser Phase erfolgt die radiologische Basisdiagnostik, welche die konventionelle Radiographie des Thorax und des Beckens sowie die Sonographie des Abdomens, Perikards und Pleuraraumes beinhaltet. Fakultativ kann eine seitliche, konventionelle Radiographie der HWS erstellt werden. Die weitere Behandlung basiert auf zeitlich abgestimmten Phasen, die den maßgebenden Verletzungskomponenten sowie dem Gesamtverletzungsmuster und dem initialen Therapieansprechen der Patienten angepasst wird. Im „Secondary survey“, der ausschließlich bei hämodynamisch stabilen Patienten, nach Sicherung der Vitalfunktionen im Rahmen des A-B-C-Algorithmus, durchgeführt werden soll, erfolgt die Zusatzdiagnostik. Aus radiologischer Sicht stehen die Durchführung einer CT sowie der Ergänzung konventioneller Radiographien in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster im Mittelpunkt. Die Option zur Durchführung weiterer diagnostischer Maßnahmen, wie beispielsweise der transösophagealen Echokardiographie oder der Angiographie, besteht (7,83,92,104).

1.4. Bildgebung bei der Versorgung polytraumatisierter Patienten

Das Erkennen lebensbedrohlicher Verletzungen ist primäres Anliegen der bildgebenden Diagnostik bei der akuten Versorgung polytraumatisierter Patienten. Zentrales Element der Bildgebung ist die CT. Technische Neuerungen trugen seit Einführung der CT im Jahr 1972 zur festen Integration in die Schockraumalgorithmen bei. Als Meilenstein der Entwicklung gilt die Einführung der Spiraltechnik im Jahr 1989. Diese ermöglicht eine kontinuierliche Akquisition von Datenmaterial mit hoher örtlicher und zeitlicher Auflösung (28). Zugleich ist die Möglichkeit gegeben, eine Ganzkörperuntersuchung durchzuführen. Dazu trägt die Verwendung standardisierter Untersuchungsprotokolle bei, welche die Integration der CT in Form der Rush-CT ermöglichen. Weitere Verbesserungen mit Verminderung von Atem- und Bewegungsartefakten sowie Verbesserung der Auflösung entlang der Körperlängsachse konnten durch die Einführung der

Mehrzeilen-Spiral-Technik im Jahr 1998 erreicht werden. Dies lässt die Akquisition von großen Mengen Datenmaterial mit geringer Schichtdicke zu, was die Berechnung dreidimensionaler und multiplanarer Rekonstruktionen in hoher Bildqualität erlaubt. Für den Patienten sind die Neuerungen (höhere Scan-Geschwindigkeit, Untersuchung großer Körpervolumina und schnelle Bildberechnung) vor allem durch den damit verbundenen früheren Therapiebeginn von Nutzen. Die resultierenden Verbesserungen des Outcomes der Patienten durch Einführung der CT in die Schockraumalgorithmen wurden belegt (57). Der Stellenwert aktuell verwendeter 16-Zeilen-CT-Verfahren in der Schockraumversorgung, welche im Jahr 2002 in die klinische Patientenversorgung eingeführt wurden, ist zurzeit unter Begutachtung von ökonomischen und das Patienten-Outcome betreffenden Variablen Gegenstand der Forschung (28,43,45). Derzeitiger Stand der Technik ist die 64-Zeilen-CT, wofür zu diesem Zeitpunkt keine veröffentlichten Erfahrungen bezüglich der Versorgung polytraumatisierter Patienten und deren Outcome vorliegen.

Schädel-Hirn-Trauma

Das akute Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ist die häufigste Ursache für Todesfälle und Behinderungen bei Patienten mit polytraumatischer Erkrankung (4,23). Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie beziffert den Anteil der polytraumatisierten Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma (AIS-Kopf ≥ 3) für den Referenzzeitraum 2002 auf 42% (1). Zu unterscheiden sind dabei primäre und sekundäre Hirnschäden. Primäre Hirnläsionen sind die direkte Folge von Gewalteinwirkung während des Unfallgeschehens, wohingegen Hirnläsionen sekundärer Art sich als Folge des Patientenzustands im weiteren Verlauf entwickeln. Letzteres kann daher durch gezielte therapeutische Interventionen beeinflusst werden. Als Folge sekundärer Hirnschäden ist wiederum von einer Verschlechterung der primären Läsion auszugehen (36). Bouillon et al. (9) berichten von Meinungen, das Outcome hänge nur von der Prävention oder Reduktion des sekundären Hirnschadens ab.

Für die radiologische Diagnostik akuter Schädel-Hirn-Traumata wird die MSCT als „Goldstandard“ postuliert (46). Regel et al. (70) fordern die Verwendung der CT zur Standarddiagnostik bei polytraumatisierten Patienten mit initialem, zentralem oder peripher segmentalem neurologischen Defizit sowie bei Patienten, bei denen der neurologische Status auf Grund primärer Beatmung oder Sedation nicht beurteilbar ist. Leidner et al. (37) publizierten, dass alle traumatisch bedingten Verletzungen im Bereich von Schädel und Gehirn mit Ausnahme einer Hirnstamm-Verletzung in korrekter Weise diagnostiziert wurden. Angeraten wird bei Verdacht auf Verlet-

zung des Hirnstamms und Blutungen nahe der Schädelbasis die Durchführung einer MRT. Für selbige existieren weitere spezielle Indikationen, die trotz höherer Sensitivität für intrakranielle Ereignisse speziellen Fragestellungen in der primären Versorgung polytraumatisierter Patienten vorbehalten bleiben. Dies wird vor allem auf Geschwindigkeit und Praktikabilität der Untersuchungstechnik zurückgeführt (37,46,101).

Die in bestehenden Arbeiten vorgeschlagene Durchführung der konventionellen Röntgendiagnostik des Schädels in zwei Ebenen wird von Wiesmann et al. (101) als ungeeignet für den Ausschluss eines Schädel-Hirn-Traumas erachtet. Wiesmann et al. begründen ihre Annahme mit ihrer Beobachtung, dass mehr als 90% der Patienten mit einer Kalottenfraktur keine intrakraniellen Verletzungen hatten, jedoch bei mehr als 50% der Patienten mit intrakraniellen Verletzungen keine Kalottenfraktur nachgewiesen wurde.

Gesichtsschädel

Verletzungen im Bereich des Gesichtsschädels gehören zu den am häufigsten auftretenden, traumatisch bedingten Verletzungen, deren Ursache vor allem in der gestiegenen Anzahl von Rasanztraumata zu sehen ist (69). Bedingt durch ihre Pathogenese sind Verletzungen in diesem Bereich häufig multiplex und komplex. In circa 80% der Fälle ist der Bereich des Mittelgesichts betroffen. Dabei erscheint, gemessen an der Gesamtverletzungsschwere der Patienten, die Verletzung des Gesichtsschädels in der akuten Versorgung polytraumatisierter Patienten vernachlässigbar, da von ihnen keine vitale Gefährdung ausgeht (97). Die Folgen der Verletzungen von Augapfel, Nervus opticus, okulärem Muskelapparat und anderen Weichteilverletzungen können jedoch zu erheblichen Beeinträchtigungen der Patienten führen (57). Für das bestmögliche Outcome der Patienten ist daher die konsequente Durchführung einer adäquaten Diagnostik mit möglichst frühzeitiger Diagnosestellung anzustreben (97). Dazu stehen, der klinisch-physikalischen Untersuchung folgend, im Wesentlichen drei bildgebende Verfahren zur Verfügung: die konventionelle Radiographie, die MSCT und die MRT. Die Aussagekraft der konventionellen Radiographie bei der Diagnostik von Gesichtsschädelverletzungen wird von Turetschek et al. (97) als unzureichend angesehen. Sie begründen ihre Annahme damit, dass eine Unterbefundung respektive eine Unterschätzung des Ausmaßes die Regel seien. Als Nachteile der MRT werden dahingegen vor allem die suboptimale Darstellung von knöchernem Gewebe, verhältnismäßig lange Untersuchungszeiten und Kostenintensität angesehen. Somit hat diese bei der Untersuchung des Gesichtsschädels im Schockraum eine untergeordnete Stellung. Als Methode

der Wahl gilt heute die CT. Die Verwendung selbiger ermöglicht eine komplette Evaluation von Knochen- und Weichteilgewebe. Die bessere Abgrenzung von Fremdkörpern wird ebenfalls als Vorteil angesehen (57,70,97,101).

Thorax

Thoraxverletzungen treten vor allem als Folge stumpfer Gewalteinwirkung auf. Rippenfrakturen, Hämato- und Pneumothoraxe sowie Lungenkontusionen repräsentieren dabei die häufigsten Verletzungsarten. Das Thoraxtrauma ist sogleich die häufigste Verletzung im Zusammenhang mit der polytraumatischen Erkrankung. Zudem werden schwere Thoraxtraumata fast ausschließlich im Rahmen der Polytraumatisierung angetroffen (4). Ursächlich für eine signifikant erhöhte Komplikationsrate und Letalität im Zusammenhang mit einem Thoraxtrauma sind vor allem Lungenkontusionen und instabile Thoraxe (94). Diese gelten als Vorreiter des Adult-Respiratory-Distress-Syndroms (ARDS) und sind mit einer erhöhten Inzidenz an Organfunktionsstörungen bis hin zum Multiorganversagen (MOV) verknüpft. Als Folge dessen ist die Letalität thorakaler Verletzungen in Assoziation mit der polytraumatischen Erkrankung auf 20-25% zu beziffern, wobei etwa 50% der versterbenden polytraumatisierten Patienten Verletzungen in diesem Bereich aufweisen (84,94). Dem entgegensetzen sind die diagnostischen Möglichkeiten, welche sich am „deadly dozen“ orientieren (84). Bezeichnet werden damit zwölf typische thorakale Verletzungen, die unerkannt und unbehandelt zum Tode führen. Vor diesem Hintergrund stehen die verschiedenen bildgebenden Verfahren in mehreren Studien auf dem Prüfstand. Albrecht et al. (2) schlussfolgern aus ihrer Studie, dass die konventionelle Radiographie und die Sonographie des Thorax nicht genügen, um eine ausreichende Diagnostik sicherzustellen. Ihre Untersuchung, basierend auf einem einzeiligen Spiral-CT, ergab eine Sensitivität von 100%, wohingegen bei ähnlicher Spezifität die Sensitivität der konventionell erstellten Thoraxübersicht mit 20% angegeben wird. Trupka et al. (93) berichten von einer hochsignifikanten Überlegenheit der Spiral-CT des Thorax gegenüber der konventionellen Bildgebung. Im Vergleich konnten bei 65% der eingeschlossenen Patienten wesentliche zusätzliche Informationen gewonnen werden. Gefolgt vom Hämato- und Pneumothorax lag der Informationsgewinn die Lungenkontusion betreffend quantitativ an der Spitze. Bei 28 von 103 untersuchten Patienten konnten dabei Kontusionsherde aufgedeckt werden, welche in der initialen Thoraxübersicht unentdeckt blieben. Als häufigste therapeutische Konsequenz wurde die Anlage einer Thoraxdrainage genannt. Wurmb et al. (104) stellen einen in Anlehnung an den ATLS[®] ausgearbeiteten Schockraumalgorithmus

vor, der ohne die konventionelle Radiographie auskommt und stattdessen sofort eine Bildgebung via 16-Zeilen-Spiral-CT vorsieht. In einer weiteren Veröffentlichung berichten Wurmb et al. (103) von drei Situationen, die sich aus Erfahrungen mit ihrem Algorithmus ergeben, welche durch eine Ergänzung der Spiral-CT mit der konventionellen Radiographie positiv beeinflusst würden. Hierbei handelt es sich um Schockraumsituationen mit reanimationspflichtigen Patienten und Patienten, deren Zustand sich nach abgeschlossener CT-Diagnostik sekundär verschlechtert. Des Weiteren wäre die konventionelle Radiographie als Backup-Verfahren bei technischen Problemen mit der CT von Nutzen. Abschließend festzuhalten ist, dass dem aktuellen Stand der Wissenschaft keine eindeutige Empfehlung den Stellenwert der CT und der konventionellen Radiographie des Thorax betreffend entnommen werden kann. Vielmehr wird die CT des Thorax aufgrund des wesentlichen Informationsgewinns von einigen Autoren als Methode der Wahl postuliert (37,73). Weitere Erfahrungen bezüglich der Schockraumversorgung ohne Verwendung der konventionellen Radiographie bleiben jedoch abzuwarten.

Abdomen

Das Vorkommen abdomineller Verletzungen ist abhängig von der Gesamtverletzungsschwere der Patienten. Je schwerer die Gesamtverletzung ist, desto häufiger treten Abdominaltraumata auf. Während im angloamerikanischen Sprachraum penetrierende Verletzungen im Vordergrund stehen, herrschen in Mitteleuropa stumpfe Traumata vor (54). Für das Jahr 2002 beziffert die AG Polytrauma der DGU die Häufigkeit abdomineller Verletzungen mit 24,9%, wobei von der Gesamtheit der Traumata 96,0% pathogenetisch als stumpfe Verletzungen gewertet wurden (1). Bezüglich der posttraumatischen Spätletalität berichten Nast-Kolb et al. (54) von keinem signifikanten Unterschied zwischen Kohorten mit oder ohne Bauchverletzung. Dahingegen bestimmt das Abdominaltrauma, dem Schädel-Hirn-Trauma folgend, die Frühletalität mit. Primär ätiologisch ist die intraabdominelle Massenblutung als Folge schwerer Traumata großer Gefäße und parenchymatöser Organe (50). Die Kenntnis dessen zieht eine gezielte zeiteffiziente, semiquantitative Evaluation intraabdomineller Strukturen nach sich, da den Erkenntnissen zufolge Verlauf und Prognose bei suffizienter Therapie von einem Abdominaltrauma unbeeinflusst bleiben (54). Dabei stehen dem Untersucher verschiedene diagnostische Möglichkeiten zur Verfügung. Bezüglich der Indikation der diagnostischen Verfahren beim polytraumatisierten Patienten herrscht in der wissenschaftlichen Fachpresse jedoch Uneinigkeit. Deutlich wird, dass die diagnostische Peritoneallavage durch den Einsatz der Sonographie im Schockraum verdrängt wurde (54). Der

Vorteil der Sonographie wird in der sofortigen Einsatzmöglichkeit gesehen, unabhängig davon, ob sich der Patient in einem hämodynamisch stabilen oder instabilen Zustand befindet (46). In einer Untersuchung bezüglich der diagnostischen Qualität des sonographischen Nachweises akuter abdomineller Verletzungen im Schockraum wiesen Stengel et al. (88) mittels Metaanalyse eine unerwartet geringe Sensitivität für die Detektion von freier Flüssigkeit und von Organläsionen nach. Die Spezifität wurde dahingegen als exzellent eingestuft. Auf dieser Grundlage fordern Stengel et al. die vom sonographischen Ergebnis losgelöste Durchführung weiterer diagnostischer Maßnahmen bei fraglichem Abdominaltrauma, beispielsweise der CT. Die routinemäßige Durchführung einer CT fordern Miller et al. (52) auf Grundlage der eigens durchgeführten Kohortenstudie mit zwei Studienarmen: Sonographie entsprechend dem FAST-Protokoll und der CT des Abdominalbereichs. Miller et al. geben dabei für die Sonographie eine Sensitivität von 42% und eine Spezifität von 98% an. In einer Studie von Albrecht et al. (2) wird die Sensitivität der initialen Sonographie bei stumpfem Abdominaltrauma mit 22% beziffert. Ursächlich dafür werden die starke Untersucherabhängigkeit und die häufige Beurteilungseinschränkung aufgrund von Darmgasüberlagerungen angesehen (46). Dennoch liefert die initial durchgeführte, orientierende Sonographie, vor allem des instabilen Patienten, wichtige Erkenntnisse, insbesondere über Vorhandensein freier intraabdomineller Flüssigkeit in der Akut- und Verlaufsbeurteilung (38). Genauere Erkenntnisse über die Lokalisation respektive den Ursprung einer intraperitonealen Blutung liefert die CT (37). Eine Studie von Löw et al. (46) zeigt, dass mittels CT keine abdominelle Verletzung übersehen wurde. Als Vorteil wird vor allem die bessere Beurteilbarkeit des retroperitonealen Raumes mit Nierenparenchym und harnableitenden System angegeben. Löw et al. sehen die CT als Standardmethode zum Nachweis retroperitonealer Verletzungen an. Leidner et al. (38) hingegen empfehlen uneingeschränkt die Verwendung der CT als Methode der ersten Wahl. Die Sensitivität der CT bei der Diagnostik abdomineller Verletzungen im Schockraum wird von Albrecht et al. (2) mit 92% angegeben. Im Vergleich dazu geben Röhl et al. (74) die Sensitivität der CT-Diagnostik mit 83% und die Spezifität mit 96% an. Schwierigkeiten ergeben sich bei der Diagnostik von Pankreaskontusionen, Darmperforationen ohne Nachweis freier intraabdomineller Luft und Mesenterialverletzungen. Empfohlen werden bei klinisch begründetem Verdacht weitere Maßnahmen, wie z.B. die explorative Laparotomie. Konventionelle radiologische Bildgebung findet in der Akutdiagnostik des Abdomens nur wenig Anwendung. Kombinationen dieser mit der Sonographie können nur circa ein Viertel aller abdominellen Verletzungen beim polytraumatisierten Patientengut sichern (2,74). Anzumerken ist, dass gleichzeitig zur Abdomenexploration mittels Ultraschalluntersuchung wichtige Erkenntnisse für die Diagnostik von Verletzungen des Beckens gesichert werden (38).

Becken

Beckenringfrakturen sind im Allgemeinen komplexe Verletzungen infolge stärkster Gewalteinwirkungen mit einer großen Gefährdung des Lebens. Die Letalität von 7,9% der Patienten mit Beckenringverletzungen ist gemessen am Gesamtkollektiv unfallchirurgischer Patienten erhöht (95). Dabei ist die Tödlichkeit für Patienten mit komplexem Beckentrauma gegenüber denen mit Beckenfrakturen ohne Weichteilschaden signifikant erhöht (95). Prognosebestimmend ist hierbei nicht die Art der Beckenringverletzung, sondern das Vorkommen und die Ausdehnung peripelviner Begleitverletzungen, wie zum Beispiel Nerven- oder Gefäßläsionen (66). Beckentraumata korrespondieren in bis zu 90% der Fälle mit Verletzungen anderer Körperregionen oder Organsysteme (24), komplexe Beckentraumata liegen in 10% aller Fälle vor. In der letztgenannten Gruppe steigt die Letalität bei initialer Kreislaufinstabilität von 20% auf 33% (81). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Darstellung und der korrekten Beurteilung des Verletzungsmusters mit begleitendem Weichteilschaden und resultierender gezielter Therapiezuführung. Die radiologische Diagnostik von Verletzungen des Beckenrings bedient sich verschiedener, kontrovers diskutierter Möglichkeiten. Nach wie vor wird von vielen Autoren die klinische Untersuchung in Kombination mit der konventionellen Radiographie als Basisdiagnostik im Schockraum angesehen. Entsprechend der Untersuchung von Pehle et al. (62) ist es dem geübten Untersucher möglich, Beckenfrakturen mit einer Sensitivität von 99% und einer Spezifität von 44% mittels manueller Untersuchungstechniken zu diagnostizieren. Gleichfalls fordern Pehle et al. die zwingende Erstellung einer konventionellen Beckenübersichtsaufnahme, da aufgrund der geringen Sensitivität der manuellen Untersuchung ansonsten etwa 20% der Beckenfrakturen unerkannt blieben. Pryor et al. (67) geben für die Beckenübersicht eine Sensitivität von 68% an, wobei vor allem zu einer Beckeninstabilität führende Frakturen sicher erkannt würden. Bei einer systematischen Analyse beobachteten Young et al. (105), dass der erfahrene Begutachter anhand einer Beckenübersichtsaufnahme mit guter Qualität in 94% der Fälle eine korrekte Diagnose stellen kann. Bei Verdacht auf Verletzungen des hinteren Beckenringgefüges und transacetabulären Verletzungen sind Spezialprojektionen angezeigt (107). Als sensitivere bildgebende Methode in der Frakturdiagnostik hat sich die CT herausgestellt (47). Für die Begutachtung von Verletzungen der dorsalen Beckenbereiche und des Acetabulums ist sie Methode der ersten Wahl (24,47). Alle konventionell gesicherten Diagnosen können ebenfalls durch die CT gestellt werden (90). Zugleich erweist sich die Durchführung der CT als vorteilhaft für die Beurteilung und Lokalisation von vorhandenen Blutungsquellen (38). Verglichen mit dem Operationsbefund liegt die Spezifität der CT für Frakturen im Bereich des Acetabulums nach Schmitt et al. (77) bei 97%. Als Vorteil der

CT gegenüber der konventionellen Radiographie wird die Möglichkeit der multiplanaren Rekonstruktion in zweidimensionaler und dreidimensionaler Ebene angesehen, woraus eine bessere Visualisierung mit Operationsplanung der Beckenverletzung resultiert (95). Unter Berücksichtigung der Datenlage und der eigenen Untersuchung schlussfolgern Stewart et al. (90), dass die Evaluation von Beckenverletzungen mittels CT anzustreben ist und bei geplanter Durchführung dieser eine konventionelle Bildgebung verzichtbar erscheint.

Arterielle Blutungen können in Ausnahmefällen mittels angiographischer Embolisation angegangen werden (15). Da es sich bei Verletzungen des Beckens jedoch in der Mehrzahl der Fälle um venöse Blutungen handelt und somit ein negatives Angiogram resultieren würde, empfiehlt sich der routinemäßige Einsatz dieser Technik nicht (67). Weitere diagnostische Hinweise können mittels Sonographie des Weichteilapparates gewonnen werden (38).

Wirbelsäule

Die Diagnostik von Verletzungen der Wirbelsäule stellt in der interdisziplinären Versorgungskette eine besondere Herausforderung dar. Während die klinische Untersuchung eines nicht bewusstseinsgetrübten Patienten Wirbelsäulenverletzungen mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen vermag, ist selbige beim mehrfach verletzten Patienten mit eingeschränktem Bewusstsein unzuverlässig im Ausschluss eines dortigen Traumas (30). Die Inzidenz der Wirbelsäulenfraktur liegt im Querschnitt aller unfallchirurgischen Patienten bei etwa 1-3% (30,78). Beim polytraumatisierten Patienten treten Wirbelsäulentraumata signifikant häufiger auf. Heyde et al. (26) beobachteten in ihrer Studienpopulation bei 28% der Patienten Verletzungen der Wirbelsäule. Richter-Turtur et al. (72) beschreiben bei bis zu 30% der polytraumatisierten Patienten Wirbelsäulenverletzungen. Dabei ist bei der Gesamtheit der Wirbelsäulenverletzungen von einem Verhältnis der cervicalen zu thorakolumbalen Verletzungen von 1:4 auszugehen (26). Mit Zunahme der Anzahl von Verletzungen bei Polytraumatisierung steigt der Prozentsatz von unerkannten Verletzungen in der Schockraumversorgung. Nach Blauth et al. (5) liegt die Rate initial unerkannter Wirbelsäulenverletzungen beim polytraumatisierten Patienten bei etwa 20%. Als diagnostisch problematisch erwiesen sich Verletzungen des craniocervicalen und cervicothorakalen Übergangs (30). Bei ebenfalls etwa 20% der Patienten ist mit Verletzungen weiterer, meist nicht benachbarter Wirbelkörpersegmente zu rechnen (78). Während Konsens über neurologische Folgen von Wirbelsäulenverletzungen bis zur Tetraplegie und dem damit verbundenen nachhaltig beeinträchtigten Outcome der Patienten besteht, herrscht Uneinigkeit über das radio-

logische Vorgehen beim Vorliegen selbiger (26,30,65). In einer Untersuchung von Platzer et al. (65) konnte für die Darstellung der HWS mittels konventioneller Radiographie in sagittaler Projektion eine Sensitivität von 63% ermittelt werden. Die Autoren werteten dieses Ergebnis als ungenügend. Als Ursachen werden schlechte Qualität des Bildmaterials und die unvollständige Projektion der Halswirbelsäule angesehen. In derselben Studie von Platzer et al. wurde gezeigt, dass mit der Darstellung der HWS in drei Ebenen eine Sensitivität von 90% bezüglich Verletzungsidentifikation erreicht wurde. Dabei wurden nahezu alle Verletzungen erkannt, deren Ausmaße jedoch oft verkannt. Eine Untersuchung von Jelly et al. (30) belegt diese Angaben indem gezeigt wurde, dass mittels sagittaler konventioneller Projektion in nur 34% der Fälle die Segmente HWK 7 und BWK 1 korrekt visualisiert wurden. Weiterhin berichten Jelly et al., dass bei selbiger Projektion bis zu 66% der Verletzungen des craniocervicalen Übergangs verborgen blieben. Albrecht et al. (2) ermittelten für die konventionelle Radiographie eine Sensitivität von 71%, wobei die verhältnismäßig meisten unerkannten Befunde in der HWS lokalisiert waren. Eine Sensitivität von 87% ergab sich bei Albrecht et al. für die Spiral-CT in Einzeilentechnik. Platzer et al. ermittelten für den Nachweis knöcherner Verletzungen der HWS eine Sensitivität von 100%, wobei der Nachweis knöcherner und begleitender Weichteilverletzungen mit einer Sensitivität von 94% behaftet ist. Ebenfalls im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule ist die CT der konventionellen Radiographie überlegen. Hauser et al. (21) ermittelten gegenüber der konventionellen Radiographie mit einer Sensitivität von 58% und einer Spezifität von 93% für die CT eine Sensitivität von 97% und eine Spezifität von 99%. Die Autoren schlussfolgern, dass die konventionelle Bildgebung durch eine Bildgebung mittels Spiral-CT in Mehrzeilentechnik ersetzt werden sollte. Insbesondere das Zeitfenster bis zur Diagnose könnte dadurch beim Vorliegen akut lebensbedrohlicher Verletzungen verkleinert werden (65). Als Vorteil der Spiral-CT gegenüber der konventionellen Radiographie wird die Möglichkeit einer dünn-schichtigen 2-D- und 3-D-Rekonstruktion angesehen. Ein wesentlicher diagnostischer Zugewinn durch 3-D-Rekonstruktionen ist nach Schröder et al. (78) vor allem bei der Beurteilung von Rotationsfrakturen zu erwarten.

Die standardmäßige Verwendung der MRT bei der Diagnostik von Patienten mit solitärem Wirbelsäulentrauma und neurologischem Defizit ist anerkannt. Eine Untersuchung von Schröder et al. (79) belegt den diagnostischen Stellenwert der MRT innerhalb der Versorgung traumatischer Wirbelsäulenverletzungen. Für Verletzungen des discoligamentären Gefüges wurden Sensitivität und Spezifität von 100% errechnet. Dem gegenüber stehen eine Sensitivität von 75% und eine Spezifität von 100% bei ossären Verletzungen. Aufgrund des höheren Zeitaufwandes und der eingeschränkten Überwachungsmöglichkeiten im MRT wird selbige von den Autoren jedoch

nicht für den initialen Einsatz empfohlen, sondern wird in der Bedeutung der Abklärung von Wirbelsäulenverletzungen am polytraumatisierten Patienten als komplementäre Maßnahme gewertet (26,79).

Die Autoren schlussfolgern daraus, dass die Spiral-CT in Mehrzeilentechnik der konventionellen Radiographie sowie der MRT überlegen ist.

Extremitäten

Verletzungen der Extremitäten nehmen im Rahmen der radiologischen Versorgung des polytraumatisierten Patienten eine Sonderstellung ein. Entsprechend einer Untersuchung von Regel et al. (70) sind Frakturen der Extremitäten die am häufigsten mit einer Polytraumatisierung assoziierte Verletzung. Von allen Patienten dieser Studienpopulation wiesen 86% Frakturen der Extremitäten auf, wobei ein Häufigkeitsgipfel im Bereich der unteren Gliedmaßen beobachtet wurde. Auf Frakturen des Femurs entfielen dabei 27,6%, auf Frakturen von Tibia und Fibula insgesamt 21,3% sowie 34,2% auf Frakturen des Fußskelettes. In 63% der Fälle waren Verletzungen der Extremitäten mit Verletzungen des Schädels kombiniert. Zu 52% lag eine Kombinationsverletzung von Extremitäten und Thorax vor. Trotz hoher Inzidenz von Verletzungen der Extremitäten und Verletzungen umgebender Weichteilstrukturen sind über 50% der initial übersehenen Verletzungen des polytraumatisierten Patienten Verletzungen selbiger Strukturen (17). Die radiologische Diagnostik in der initialen Behandlungsphase stützt sich auf die Durchführung konventioneller Radiographien bei klinischem Verdacht auf Verletzung des entsprechenden Gliedmaßensegmentes (29). Eine initial auf der CT basierende Diagnostik der Extremitäten ist in den aktuellen Handlungsleitlinien nicht vorgesehen. Dennoch sind unter Verwendung des Polytraumaprotokolls, abhängig von der Lagerung des Patienten, die oberen Extremitäten bei seitlich gelagerten Armen vollständig und die unteren Extremitäten vom Femurkopf bis zur oberen Femurdiaphyse computertomographisch einzusehen (46). Bei bestehen bleibender Unklarheit bezüglich Verletzungen der Gliedmaßen wird nach erfolgter konventioneller Radiographie die weitere Abklärung mittels CT gefordert (68). Zur Risikostratifikation betreffs ARDS und MOV wird in der Literatur bei bestehendem Extremitätentrauma die konsequente Diagnostik des Thoraxtraumas gefordert. Die Kombination aus Verletzungen beider Segmente wird mit erhöhter Letalität beschrieben (29,59). Ursächlich dafür sind prolongierte osteosynthetische Maßnahmen, die im Sinne eines „second hit“ eine bestehende Entzündungsreaktion unterhalten oder zur Exa-

cerbation führen. Im Kontrast dazu steht das funktionelle Outcome des Patienten, welches bei verzögerter Diagnose und Behandlung von Verletzungen nachhaltig beeinträchtigt wird (68).

1.5. Ökonomische Evaluation der polytraumatischen Erkrankung

Jährlich verunfallen in Deutschland circa 1,7 Millionen Menschen, überwiegend bei Haus- und Verkehrsunfällen (87). Annähernd 31.000 Unfallopfer erlitten im Jahr 2003 tödliche Verletzungen, im Jahr 2004 gab es 29.600 Unfallverletzte (86). Insgesamt konnte in den letzten Jahren eine rückläufige Unfallanzahl im Straßenverkehr verzeichnet werden, was jedoch einem Anstieg der Anzahl von Rasanztraumata mit schwersten Verletzungen in der Folge gegenüber steht. Vor allem junge Patienten, das heißt Menschen jünger als 45 Lebensjahre, erleiden infolge eines Unfalls eine polytraumatische Erkrankung. Dies ist zugleich die häufigste Todesursache für Patienten der beschriebenen Altersgruppe. Neben einer erheblichen Beeinträchtigung des sozialen Umfeldes entstehen große sozioökonomische Defizite (40). Behinderungen oder das Versterben von Unfallopfern münden im größten Verlust an produktiven Arbeitsjahren infolge einer Erkrankung (80). Beziffert wurde der Verlust vom National Center for Health Statistics der USA für den Zeitraum der 70er Jahre mit etwa 4 Millionen Arbeitsjahren. Im Vergleich dazu werden für Karzinom-Leiden oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen, den zweithäufigsten Ursachen, jeweils 1,8 Millionen Arbeitsjahre veranschlagt (53). Der Behandlung polytraumatisierter Patienten kommt somit größte Bedeutung zu. Der sinnvolle Einsatz fortan weiterentwickelter medizinischer und apparativer Möglichkeiten ist dabei oberste Prämisse. Letztgenanntes kommt in der bestehenden Diskussion über mach- und vertretbare therapeutische Interventionen zum Ausdruck. Dabei kann der Erfolg einer Intervention jedoch nicht allein durch das Überleben beurteilt werden, sondern erfordert das Einbeziehen weiterer Marker wie beispielsweise der Lebensqualität gemessen an körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit (53,85). Vor diesem Hintergrund stimuliert neben der ethischen Begründung die sozioökonomische Verlustrechnung zu medizinischen Höchstleistungen. Jeder ärztlichen Handlung liegt dabei die *Maxime das Leben ist das höchste Gut* als Entscheidungstheorie zugrunde. Im Fokus des Interesses steht die Verbesserung oder Beibehaltung der Qualität desselben. Demgegenüber steht eine Krise des Gesundheitssystems, sich weiter steigende Kosten nicht mehr leisten zu können (11,32). Bezug nehmend auf die polytraumatische Erkrankung werden für die „Kostenexplosion“ der hohe Personaleinsatz mit entsprechend aufwendigem Technologieniveau in der Akutphase der Patientenversorgung und die Intensivversorgung verantwortlich gemacht (75). Schwermann et al. (80) ermittelten in ihrer

Arbeit von 2004 auf der Datengrundlage des Traumaregisters der DGU durchschnittlich anfallende Gesamtkosten für die stationäre Behandlung polytraumatisierter Patienten von 32.166,15 (±25.404,00) €. Die Behandlungskosten der Gruppe der Patienten, die innerhalb der ersten 24 Stunden nach erfolgter Polytraumatisierung verstarben, lagen mit durchschnittlich 10.865,60 (±5.865,00) € signifikant unter den Gesamtkosten. Differenziert nach der Verletzungsschwere ergaben sich signifikant höhere Werte mit Zunahme dieser. Als ursächlich dafür wurde nicht die Gesamtliegedauer angesehen, sondern die Zeitspanne der intensivmedizinischen Betreuung und die Anzahl der intubationspflichtigen Tage. Festzuhalten ist jedoch, dass der maximale Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel zu einem Rückgang der Mortalität um 30% innerhalb der letzten 30 Jahre geführt hat (70). Unabhängig von der individuellen Prognose und Chance jedes einzelnen Patienten ergibt sich somit die Frage, inwieweit die anfallenden Kosten unter Berücksichtigung der Spätergebnisse nach polytraumatischer Erkrankung beeinflussbar sind (53).

Zu differenzieren sind direkte und indirekte Kosten. Direkte Kosten beinhalten medizinische Aufwendungen wie beispielsweise ärztliche und pflegerische Kosten sowie Kosten für radiologische Diagnostik und nicht medizinische Aufwendungen wie beispielsweise Kosten für erkrankungsbedingte Haushaltshilfen oder Fahrtkosten. Indirekte Kosten umfassen die finanzielle Belastung eines krankheitsbedingten Produktivitätsausfalls wie beispielsweise Berufs- oder Erwerbsunfähigkeit. Der Aufwand für radiologische Diagnostik wie beispielsweise die Computertomographie anhand des Polytrauma-Protokolls wird somit den direkten Kosten zugerechnet. Während sich viele Publikationen mit den direkten Kosten der polytraumatischen Erkrankung vor dem Hintergrund der Einführung der G-DRG beschäftigen (61,80), rücken volkswirtschaftliche Betrachtungsweisen mit dem Ziel der Verringerung der indirekten Kosten, also der Verbesserung vom Patienten-Outcome, mehr und mehr in den Vordergrund (8). Die Berechnung der Produktivitätsausfälle nach polytraumatischer Erkrankung wird jedoch als schwierig angesehen. Die Nutzung von psychometrischen Messinstrumenten, die zu einem großen Teil in der Forschung mit onkologischem Schwerpunkt etabliert sind und übernommen wurden, wird empfohlen (63). Präzise, aktuelle Angaben bezüglich des posttraumatischen volkswirtschaftlichen Defizits mehrfach verletzter Patienten lassen sich nicht ausfindig machen. Schätzungsweise belaufen sich bei lebenslanger Behinderung die Aufwendungen für rehabilitative Maßnahmen auf bis zu 500.000 DM und Rentenkosten auf bis zu 1.290.000 DM pro Patient (85). Arbeiten, welche die Berechnung oder Abschätzung des möglichen Einflusses der radiologischen Diagnostik auf den volkswirtschaftlichen Ausfall thematisieren, fehlen. Anlass für eine kritische Auseinandersetzung mit der Thematik der polytraumatischen Erkrankung geben allerdings nicht allein diagnos-

tische Maßnahmen und wirtschaftliche Interessen, sondern ebenso moralische Denkansätze vor dem Hintergrund ärztlichen Handelns.

1.6. Ethische Hinführung

Kritisches ethisches Denken ist eine notwendige Voraussetzung, um eine Entscheidung im klinischen Alltag zu treffen. Als alleinige Grundlage einer Entscheidung ist es jedoch unzureichend. Vielmehr ist kritisches ethisches Denken in den grundlegenden Entscheidungsfindungsprozess einzubetten (14). Dies erfordert die Prüfung des Sinns und des Ziels der Handlung. Der Terminus „Sinn“ bezeichnet in der Sittenlehre die Qualität. Erörtert werden kann der Sinn einer Handlung nur unter der Voraussetzung, dass das Ziel des Vorgangs geklärt wurde (20). In Bezug auf die ärztliche Entscheidung ist es somit die Pflicht, das Vorgehen zu wählen, das zum Erreichen des bestmöglichen Gesundheitsgewinns für den Patienten führt (35). Für diese Entscheidung muss zwischen Alternativen gewählt werden. Zwei grundlegende Möglichkeiten sind zu nennen. Zum einen ist aus zwei „schlechten“ Alternativen diejenige zu wählen, welche den geringsten Verlust bezüglich der Zielgröße, dem Gesundheitsgewinn, darstellt. Zum anderen kann die Situation eintreten, in der die Wahl aus zwei „guten“ Alternativen getroffen werden muss (14). In jedem Fall ist eine Abwägung zwischen Gütern erforderlich, die zwangsläufig zum Verzicht auf eine Alternative führt. Kritisches ethisches Denken ist somit Wegbereiter einer gerechten Verteilung von Ressourcen. Verteilungsgerechtigkeit als objektive respektive institutionelle Gerechtigkeit bezieht sich dabei auf die Pflichten innerhalb einer Gemeinschaft, die das Gleichheitsprinzip berührt (35,100). In der medizinischen Literatur existiert kein Konsens über die gerechte Verteilung von Ressourcen im Gesundheitswesen. Vielmehr bestehen unterschiedliche Theorien nebeneinander. In einem utilitaristischen Ethikansatz lässt sich das Ziel mit der Maximierung des Ergebnisses beschreiben. Demnach wäre jede Handlung möglich, die zur Ergebnismaximierung beitrüge. Soziale Gerechtigkeit bestünde demnach in einer Maximierung von Lebensqualität, Lebenserwartung und Zufriedenheit der Patienten bei ungesteuerter Bedienung der Nachfrage von medizinischen Leistungen (14,20,51,52). Die Verteilung der Gesundheitsgewinne auf den Einzelnen ist entsprechend dieser Theorie vor dem Hintergrund der Maximierung des Gesundheitsergebnisses der gesamten Gruppe von nachgestellter Relevanz. Demzufolge würde auf die Beseitigung von gravierenden Einschränkungen eines Patienten verzichtet werden, wenn diese nur mit sehr hohem Aufwand zu beheben wären und mit den gleichen Mitteln einem Patienten mit beispielsweise höherer Lebensqualität ein größerer Zuwachs an Lebensqualität verschafft

werden könnte. Innerhalb des Utilitarismus im Gesundheitswesen herrscht wiederum keine Einigkeit bezüglich der Messgrößen des Ergebnisses. Diskutiert werden subjektive und objektive Größen wie beispielsweise Lebensqualität und Lebenserwartung in Jahren oder eine Kombination aus subjektiven und objektiven Merkmalen (35,51). Gegensätzlich zum Utilitarismus ist der kategorische Imperativ nach Kant. Es wird dabei bewertet wie die Absicht beschaffen ist, ein Ziel zu erreichen. Eine soziale Gerechtigkeit wird somit mittels Optimierung der Verteilung der Gesundheitsgewinne erreicht (20). Lauterbach (35) formuliert, dass als Messgröße dieser Tradition die Lebenserwartung am besten geeignet sei. In Anlehnung daran findet neben der Relation von Kosten und Nutzen einer neuen Intervention im Vergleich zu einer anderen die Lebenserwartung der Patientengruppe Berücksichtigung. Gemeint ist dabei nicht die Restlebenserwartung, sondern die Gesamtlebenserwartung. Verfahren, die bei älteren Patienten lebensverlängernd wirken, wären demzufolge anders zu bewerten als Verfahren die bei jüngeren Patienten lebensverlängernd wirken (14). Die Theorie nach Kant ist demnach prozessorientiert und nicht ergebnisorientiert, das heißt ethisch erstrebenswert ist das Gesamtergebnis, wenn im Fokus des Interesses ein gerechter Verteilungsprozess steht, auch wenn keine Ergebnismaximierung erreicht wird. Die Theorie nach Kant richtet sich weiterhin nach der Maxime einer sozialen Gerechtigkeit. Nachteil dieser Überlegung ist jedoch, dass es unter dem Umstand der begrenzten Mittel zu einer Rationierung, vor allem bezüglich des Alters, kommen kann. Insgesamt ist festzustellen, dass es unterschiedliche Interpretationen der Theorien gibt (20). Bezug nehmend auf das deutsche Gesundheitssystem beschreibt Lauterbach (35) das System als eine Komposition in der Tradition nach Kant. An die genannten Ausführungen anknüpfend soll an dieser Stelle näher auf die Problematik der Rationierung eingegangen werden. Im Kontext des Gesundheitswesens wird unter dem Begriff Rationierung der Verzicht auf medizinisch sinnvolle Leistungen verstanden, der beispielsweise in Ermangelung von Personal oder Geldmitteln zustande kommt. Ein wesentlicher Grund für die Rationierung ist der technische Fortschritt (100). Neben Verfahren, die zur Kostendämpfung unter Beibehaltung oder Verbesserung des medizinischen Nutzens beitragen, kommt es ebenfalls zur Entwicklung von Verfahren, die hohe zusätzliche Kosten gepaart mit einem fraglichen zusätzlichen medizinischen Nutzen aufweisen. Eine Rationierung der Möglichkeiten ist somit nicht ausschließlich negativ zu bewerten. Somit ist der Frage, ob Rationierung unethisch ist, die Frage anzuschließen, welche Form der Rationierung unethisch ist. Gleichzeitig ist jedoch immer zu prüfen, ob eine Rationierung überhaupt notwendig und sinnvoll ist (20,39). Anzumerken bleibt, dass bereits der Hinweis auf ökonomische Denkansätze in der Diskussion als problematisch angesehen wird. Stärkstes Argument vieler Kritiker ökonomischer Betrachtungsweisen ist, dass ökonomische Interessen grundsätzlich im Konflikt mit den Inter-

sen der Patienten stünden. Aus ethischer Sicht ist vor dem Hintergrund der sozialen Gerechtigkeit in der Argumentation von Kant jedoch auch ein unwirtschaftliches Erbringen medizinischer Leistungen unethisch (20,35,100).

1.7. Herleitung einer Fragestellung

Jeglicher ärztlichen Handlung liegt die Maxime, dass das Leben das höchste Gut ist, als Entscheidungstheorie zu Grunde. Im Fokus des Interesses einer medizinischen Forschungsarbeit steht somit die Bestätigung oder die Verbesserung der Qualität desselben. Demgegenüber stehen Vertreter anderer Interessensgruppen. Somit erfolgt das Etablieren einer bekannten Methode in der Patientenversorgung nicht allein über die begründete Annahme, einen Therapieerfolg zu erzielen. Vielmehr rücken ökonomische Interessen zunehmend in den Vordergrund. Das Belegen des Nutzens für alle Interessensgruppen ermöglicht dabei, bessere Möglichkeiten in der Routine-diagnostik zu nutzen und trägt final zur Verringerung von Morbidität und Mortalität bei, womit dem eingangs erwähnten Grundsatz ärztlichen Denkens und Handelns Rechnung getragen sei.

Die primäre Hypothese der vorliegenden Forschungsarbeit lautet:

- Die Durchführung der Rush-MSCT in der Primärdiagnostik polytraumatisch erkrankter Patienten erbringt gegenüber der konventionellen Radiographie respektive der Sonographie therapeutisch und ökonomisch relevante Zusatzinformationen.

Als Sekundärhypothesen werden bearbeitet:

- Die Lebensqualität, gemessen anhand des Lebensqualitätsindex, in der Gruppe polytraumatisch erkrankter Patienten liegt ein Jahr nach dem Ereignis unter dem Wert einer repräsentativen Normpopulation.
- Das Outcome polytraumatisch erkrankter Patienten, gemessen am Lebensqualitätsindex, verbessert sich durch Einführung der Rush-MSCT in die Versorgung polytraumatisierter Patienten.
- Der effiziente Einsatz der Rush-MSCT bewirkt die Einsparung von Ressourcen.

2. Methodik

2.1. Studiendesign

Zur Untersuchung der Fragestellung wurde eine klinische Studie durchgeführt. Es kam ein retrospektives Studiendesign mit transversalem Format zur Anwendung. Diesbezüglich wurden zwei Datenquellen genutzt:

- Mittels einheitlichem Erhebungsbogen wurden die radiologischen Befunde von Patienten, welche im Zeitraum von Juli 2003 bis August 2004 in der Charité – Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow-Klinikum einer radiologischen Diagnostik nach dem CT-Polytraumaprotokoll unterzogen wurden, retrospektiv erfasst und ausgewertet.
- Zusätzlich erfolgte ab August 2004 eine Patientenbefragung zum aktuellen Gesundheitsstatus der Patienten unter Verwendung des SF-36, einem standardisierten Fragebogen. Die Patientenbefragung wurde jeweils ein Jahr nach dem Erleiden der polytraumatischen Erkrankung durchgeführt.

2.2. Studienpopulation

Für den Zeitraum von Juli 2003 bis August 2004 wurden die Daten von 281 Patienten retrospektiv ausgewertet. Berücksichtigt wurden dabei diejenigen Patienten, für die gemäß den Handlungsleitlinien zur Versorgung polytraumatisierter Patienten die Indikation zur CT-Untersuchung bestand und diese durchgeführt wurde. Für alle Patienten lag zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur CT-Untersuchung der zwingende Verdacht auf eine polytraumatische Erkrankung vor. Die Aufnahme der Patienten in den Schockraum erfolgte nach Voralarmierung mit dem Stichwort „Polytrauma“ durch ein Notfallrettungsteam entsprechend den Filterkriterien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie für die Aufnahme eines Patienten in den Schockraum (44). Das Schockraummanagement wurde nach dem ATLS®-Konzept gehandhabt.

Eingesetzt wurde der 16-Zeilen-Spiral-Comptertomograph „Light Speed“ der Firma General Electric unter Verwendung von zwei Untersuchungsprotokollen.

Polytraumaprotokoll 1

Okzipito-mental angulierte Kopf-Spiralserie
(3,75 mm, 120 kV, 250 mA, 1 s Rotation)

Polytraumaprotokoll 2

Axiale Hals-Thorax-Abdomen-Spiralserie
(3,75 mm, 120 kV, 290 mA, 0,5 s Rotation)

Die Applikation von 150 ml Kontrastmittel erfolgte mit einem Scan Delay von 60 Sekunden und einem Flow von 3,5 ml/s. Rohdatenrekonstruktionen wurden anschließend mit einer Schichtdicke von 1,25 mm durchgeführt. Zusätzlich zur zweidimensionalen Rekonstruktion an der Workstation bestand ebenfalls die Möglichkeit, Daten dreidimensional zu rekonstruieren. Nahezu zeitgleich mit dem Untersuchungsvorgang wurde ein erster vorläufiger Befund durch den überwachenden Radiologen am Monitor des CT-Gerätes erstellt und dem Leiter des Schockraumteams mitgeteilt.

Eine sonographische Untersuchung im Schockraum erfolgte mit einem 3,5 MHz curved array Schallkopf der Firma Hitachi.

Konventionelle Radiographien wurden mit einem Gerät der Firma Siemens (Optiplanimat) im Speicherfoliensystem erstellt.

Eingangs der Studie wurde geprüft, ob die Patienten die definierten Auswahlkriterien erfüllen. Die Patienten wurden daraufhin schriftlich kontaktiert und über die Studie informiert. Ein Vordruck der Einwilligungserklärung sowie ein Rückumschlag lagen dem Informationsschreiben bei. Einbezogen wurden ausschließlich Patienten, die den diesbezüglichen Kriterien genügten:

- Polytrauma im Zeitraum zwischen dem 01.07.2003 und dem 31.08.2004
- Alle erforderlichen patientenspezifischen Daten konnten festgestellt werden
- Ausreichende Evaluation der radiologischen Befunde war möglich
- Radiologische Diagnostik mittels CT-Polytraumaprotokoll sowie konventionelle Röntgenaufnahmen und Sonographie vorhanden

- Patient wurde über die Rettungsstelle der Charité – Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow Klinikum aufgenommen
- Patient hat das 18. Lebensjahr vollendet

In Ergänzung gelten folgen Auswahlkriterien zur Befragung mit dem SF-36 Fragebogen:

- Eine selbständige Beantwortung der Fragen war möglich
- Wohnsitz befand sich innerhalb der Bundesrepublik Deutschland
- Mindestens 50% der Fragen jeder Subskala wurden beantwortet

Ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen Folgendes zutraf:

- Insuffizienz des Datenmaterials
- Patient verstarb bevor eine radiologische Diagnostik durchgeführt werden konnte
- Patient lehnt Teilnahme an der Studie ab

2.3. Klassifizierung radiologischer Befunde

Als Grundlage der Arbeit ist die Evaluation der computertomographischen Untersuchung in der Erstversorgung polytraumatisierter Patienten anzusehen. Zwingend erforderlich erscheint daher die Einteilung der radiologischen Befunde nach einem fixen Maßstab. Entsprechend der Fragestellung können Einteilungen von Verletzungen beispielsweise nach dem Unfallmechanismus, der Anatomie der Verletzung oder dem Grad der Vitalbedrohung resultieren. Letztgenanntes ist vor dem Hintergrund der Behandlungsdringlichkeit der Verletzungen polytraumatisierter Patienten im Schockraum für diese Arbeit zweckmäßig. Dies gilt ebenfalls für die Differenzierung anhand einer anatomischen Zuordnung. Somit wird zwischen den Untersuchungsregionen Kopf, Gesichtsschädel, Thorax, Abdomen, Becken, Wirbelsäule und Extremitäten unterschieden. Ein entsprechendes Bewertungssystem, den Grad der Vitalbedrohung betreffend, präsentiert das American College of Surgeons Committee on Trauma im ATLS[®]-Protokoll (3). Exemplarisch erfolgt die Darstellung für die häufigste Verletzung im Zusammenhang mit der polytraumatischen Erkrankung, dem Thoraxtrauma.

Klasse 3 – Akut lebensbedrohliche Verletzungen

- Atemwegsobstruktion
- Spannungspneumothorax
- Offener Pneumothorax („sucking chest wound“)
- Instabiler Thorax
- Massiver Hämatothorax
- Perikardtamponade

Klasse 2 – Potentiell lebensbedrohliche Verletzungen

- Einfacher Pneumothorax
- Unkomplizierter Hämatothorax
- Lungenkontusion
- Tracheobronchiale Verletzung
- Myokardkontusion
- Traumatische Aortenruptur
- Zwerchfellruptur
- Ösophagusverletzung

Klasse 1 – Einfache Verletzungen

- Rippenfrakturen
- Sternumfrakturen
- Hautemphysem
- ...

In Analogie findet das ATLS[®]-Protokoll für die Untersuchungsregionen Kopf, Gesichtsschädel, Abdomen, Becken, Wirbelsäule und Extremitäten Anwendung. Anzumerken ist, dass der Bereich Becken nur den knöchernen Teil des Beckens einschließt und demzufolge alle parenchymatösen Beckenanteile der Region Abdomen zugeordnet werden. Diese Einteilung lehnt an den von Stalp et al. (85) propagierten Untersuchungsalgorithmus an. Der Heterogenität des Polytraumas wird somit Rechnung getragen, wobei die Möglichkeit der Untersuchung auf ex post Unterschiede bei der Diagnostik mit konventionellem Röntgen respektive Sonographie versus Computertomographie sichergestellt wird. Der Vorteil des Verfahrens ist die Möglichkeit der Evaluation der Untersuchungsmodalitäten für einzelne Körperregionen.

Hinsichtlich der qualitativen Evaluation von konventionellem Röntgen und Sonographie versus Computertomographie wurden alle erhobenen Befunde hinsichtlich des Informationsgehalts differenziert. Grundsätzlich kann dabei zwischen drei Qualitätsstufen unterschieden werden.

Befundgruppe A – Bestätigung

Der konventionell radiologisch respektive sonographisch erhobene Befund wurde computertomographisch bestätigt.

Befundgruppe B – Zusatz

Eine relevante Befunderweiterung mittels Computertomographie eines durch konventionelle Radiographie respektive Sonographie gesicherten Befundes.

Befundgruppe C – Neu

Computertomographische Detektion eines nicht konventionell radiologisch respektive sonographisch darstellbaren Befundes.

2.4. Definition der Verletzungsschwere

Zur metrischen Erfassung der Verletzungsschwere der Patienten wurde der Hannoversche Polytraumaschlüssel (PTS) herangezogen (85,106). Dabei werden gemessen am Punktwert vier Gruppen unterschieden. Dieser Punktwert ist abhängig von der Lokalisation der Verletzung und deren Art. Er stellt sich als Summe der Werte für die Körperregionen Schädel, Abdomen, Extremitäten, Thorax und Becken sowie einem Punktwert für das Alter des Patienten dar. Entsprechend dieser Kumulation sind vier PTS-Gruppen definiert.

PTS-Gruppe 1 – 1 Punkt bis 11 Punkte

PTS-Gruppe 3 – 31 bis 49 Punkte

PTS-Gruppe 2 – 12 bis 30 Punkte

PTS-Gruppe 4 – 50 und mehr Punkte

Der Hannoversche Polytraumaschlüssel (PTS) wird in der Charité – Universitätsmedizin Berlin standardmäßig bei der Aufnahme von polytraumatisierten Patienten erhoben und in der Patientenakte vermerkt. Fehlende Werte wurden anhand der Dokumentation vom Not- und Rettungs-

stellenarzt nachträglich bestimmt. Grenzfälle wurden in einer Klausur mit Vertretern der radiologischen und unfallchirurgischen Fachabteilung diskutiert und im Konsens einer PTS-Gruppe zugeordnet. Alle Patienten, die initial zu einer der beschriebenen PTS-Gruppen nicht zuordenbar waren, die jedoch einer dem Polytrauma entsprechenden Diagnostik unterzogen wurden, erscheinen in einer Gruppe zusammengefasst, welche in dieser Arbeit mit der PTS-Gruppe 0 bezeichnet wird.

2.5. Erhebung des Lebensqualitätsindex

Die Erfassung der Gesundheit aus Sicht des Patienten erfolgt mit dem SF-36, einem international etablierten und krankheitsübergreifenden Messinstrument. Dieser entstammt dem anglo-amerikanischen Sprachraum und wurde ins Deutsche übersetzt, psychometrisch getestet und entsprechend normiert. Entsprechend der Konstruktion des Fragebogens repräsentiert der SF-36 besonders die körperliche und psychische Dimension der Gesundheit. Im Gegensatz zu eher verhaltensorientierten Maßen stehen dabei nicht die Identifizierung und Quantifizierung von Funktionen, sondern die subjektive Sicht dieser Funktionen respektive Befindlichkeit in verschiedenen Lebensbereichen im Vordergrund. Der SF-36 besteht aus 36 Fragen, wobei jede Frage selbst eine Subskala oder einen Teil dieser repräsentiert. Alle Fragen sind mit der Antwortalternative zu beantworten, die dem empfundenen Erleben des Patienten am nächsten kommt. Die Antwortkategorien variieren dabei von binär bis zu sechsstufig. Insgesamt werden mit dem SF-36 acht Dimensionen respektive Subskalen erfasst, womit dem unter 1.1 angeführten Anspruch der Multidimensionalität der Lebensqualität Rechnung getragen wird.

- Körperliche Funktionsfähigkeit
- Körperliche Rollenfunktion
- Körperliche Schmerzen
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
- Vitalität
- Soziale Funktionsfähigkeit
- Emotionale Rollenfunktion
- Psychisches Wohlbefinden

Eine Zusatzfrage bezieht sich auf die subjektiv wahrgenommene Änderung des Gesundheitszustandes im ersten Jahr nach der Polytraumatisierung.

Den Studienteilnehmern wurde der Fragebogen postalisch im Zeitfenster eines Jahres nach erlittener polytraumatischer Erkrankung mit der Bitte zugestellt, diesen entsprechend ihrer Wahrnehmung auszufüllen und zurückzusenden. Dem Fragebogen lagen ein standardisiertes Anschreiben und ein adressierter Rückumschlag bei. Nach Ablauf einer definierten Frist von vier Wochen wurde der Versuch unternommen, für alle Patienten mit negativem Rücklauf ein telefonisches Recall durchzuführen. Für die telefonische Nachbefragung der Patienten wurde die Interviewform des SF-36 Fragebogens benutzt, worin Instruktionen sowie Redewendungen zum Führen des Interviews implementiert sind.

Die standardisierte statistische Auswertung erfolgt mit der fixen Syntax dem SF-36 zugehörig und erbringt rechnerisch die körperliche und psychische Summenskala. Eingearbeitet in diese Matrix sind gleichzeitig die Referenzwerte einer US-amerikanischen Normpopulation, wonach die normbasierende Standardisierung in dieser Arbeit erfolgt (Bullinger, M. 1998 in (71)).

Normbasierte Standardisierung der Untersuchungsergebnisse

Nach Berechnung der einzelnen Subskalenwerte für jeden Patienten folgt die Z-Transformation. Hierfür wird in jedem Subskalenbereich der Mittelwert der Normpopulation vom ermittelten Variablenwert subtrahiert und die Differenz durch die zugehörige Standardabweichung der Normpopulation dividiert. Z-transformierte Werte (Z-Werte) bilden die Berechnungsgrundlage der körperlichen und psychischen Summenskala. Durch Multiplikation der Z-Werte mit Regressionskoeffizienten für körperliche und psychische Faktoren der einzelnen Subskalen erhält man die Rohwerte der jeweiligen Summenskala. Je höher der errechnete Summenwert ist, desto besser ist der Gesundheitszustand zu werten. Um eine bessere Darstellbarkeit der Abweichung der Untersuchungsergebnisse zu erreichen, sind alle Mittelwerte auf den Standardwert 50 normiert. Zur Ermittlung des Patientenwerts wird der Z-Wert mit dem Faktor 10 multipliziert und das entstandene Produkt zum Standardwert 50 addiert. Dieses Vorgehen bietet sich besonders zum Vergleich mehrerer Variablen mit unterschiedlicher Spannweite oder Größenordnung an, die zu einem Score zusammenzufassen sind (12,71,71,98).

Umgang mit fehlenden Werten

Die Skalierung des SF-36 lässt es zu, einen Skalenwert auch dann zu berechnen, wenn einzelne Antworten vom befragten Patienten ausgelassen wurden. Voraussetzung ist die Beantwortung von mindestens 50 Prozent der skalenzugehörigen Fragen. Entsprechend den Empfehlungen des Handbuchs zum Umgang mit und zur Bewertung des SF-36 von Ware (98) wird über die komplettierten Fragen ein Durchschnittswert gebildet, der eine präzise Vorhersage des ausgelassenen Einzelwertes ermöglicht.

Beispiel: Eine Skala enthält fünf Fragen, von denen eine ausgelassen wurde. Unter Begutachtung der vier gegebenen Antworten ist es möglich, den fehlenden Wert entsprechend dem festgelegten Algorithmus zu bestimmen und in die weiteren Berechnungen einfließen zu lassen.

2.6. Datenmanagement

Datenschutz

Datenerhebung und Datenverarbeitung erfolgten unter Berücksichtigung des Bundes- und Landesdatenschutzgesetzes. Diesbezügliche Forderungen wurden explizit für die elektronische Datensammlung und Datenverarbeitung umgesetzt. Zugang zu personenbezogenen Patientendaten hatte ausschließlich der Studienleiter. Jegliche Weiterverarbeitung der Daten geschah unter Zuhilfenahme einer vierstelligen Identifikationsnummer, deren Schlüssel ebenfalls nur dem Studienleiter bekannt war.

Ethikkommission

Die Ethikkommission der Charité – Universitätsmedizin Berlin am Campus Virchow-Klinikum unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Dr. jur. R. Seeland nahm am 16. Februar 2006 Kenntnis von dem geplanten Vorhaben. Seitens der Ethikkommission bestanden gegenüber der Studie keine ethischen und rechtlichen Bedenken. Dem Antrag auf Erteilung eines Ethikvotums wurde zugestimmt.

2.7. Statistische Auswertung

Zu Beginn der statistischen Analyse wurde das Verteilungsmuster der in die Prüfung einfließenden Variablen eruiert. Anwendung fanden Histogramme, der Kolmogorov-Smirnov-Test und Q-Q-Diagramme. Der Vergleich des arithmetischen Mittels von Untergruppen in der Annahme normalverteilter Variablen erfolgte unter Verwendung des t-Tests. Die Ergebnisse des SF-36 der Studienpopulation wurden gemäß dem Einstichproben-t-Test auf signifikante Unterschiede von den Werten der Referenzbevölkerung geprüft. In Analogie zum t-Test wurde der Mann-Whitney-U-Test zur Prüfung auf Abweichung zwischen nicht normalverteilten Variablen herangezogen. Die Prüfung nominal skaliertter Variablen auf Unabhängigkeit erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test nach Pearson.

Als methodische Grundlage der Berechnung des Korrelationsmaßes ordinal skaliertter Variablen kam der Rang-Korrelationskoeffizient nach Spearman zur Anwendung. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson wurde für die Berechnung des Korrelationsmaßes gleichzeitig intervallskaliertter und normalverteilter Variablen eingesetzt.

Der Frage nach Präzision der ermittelten Lageparameter wurde in dieser Studie mit der Verwendung der Standardabweichung und der 95%-Konfidenzintervalle begegnet. Selbige kamen bei der Analyse der SF-36 Daten zur Anwendung.

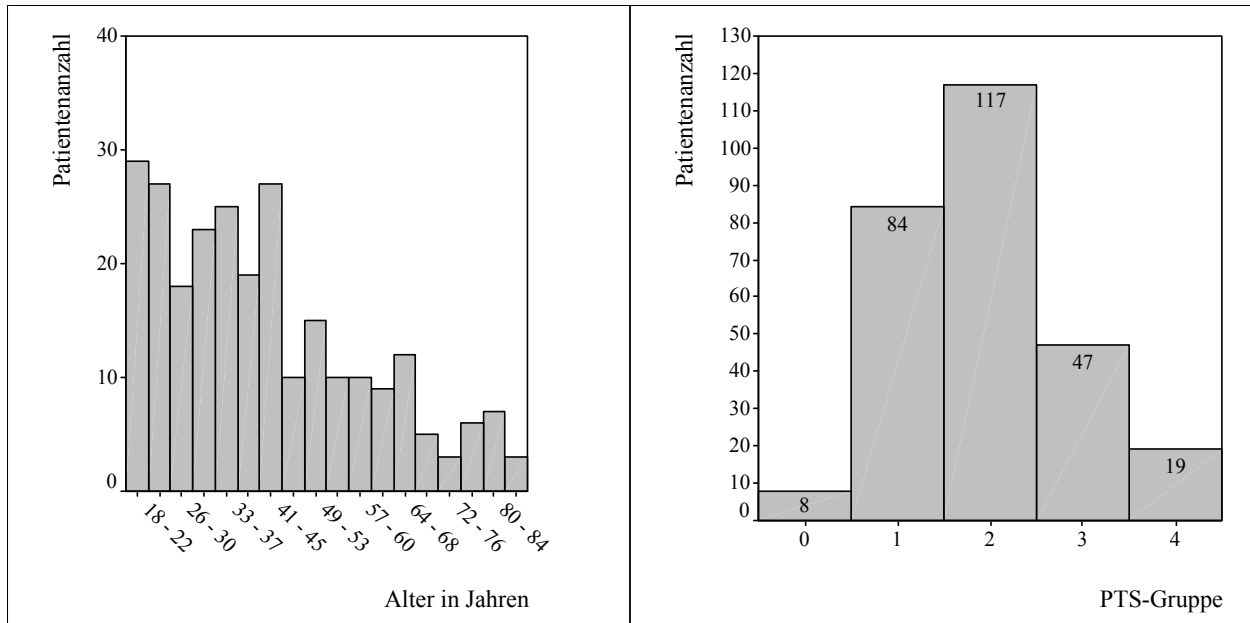
Das Testniveau aller Berechnungen wurde standardgemäß mit 5% festgesetzt. Darüber hinaus wurden alle Untersuchungen bezüglich der Signifikanz von Ergebnissen mit einer zweiseitigen Testkonstruktion durchgeführt. Die Anpassung gewonnener Ergebnisse an die geforderte Genauigkeit erfolgte entsprechend den Maßgaben der kaufmännischen Rundung.

Die mathematische und statistische Analyse des Datenmaterials wurde mit der Software SPSS für Windows in der Version 11.5.1 der Firma LEAD Technologies durchgeführt.

3. Ergebnisbeschreibung

3.1. Allgemeine und demographische Analyse

Bei Verdacht auf eine polytraumatische Erkrankung wurden 281 Patienten mit einem 16-Zeilen-Computertomographen unter Verwendung der Polytraumaprotokolle Eins und Zwei untersucht. Gleichfalls wurden alle Patienten mittels Sonographie des Abdomens respektive konventioneller Röntgentechnik der beschriebenen Körperregionen exploriert. Im Rahmen dieser Studie fanden ergänzende, nach gesonderter Indikation erstellte, konventionelle Aufnahmen keine weitere Berücksichtigung. Im Rahmen des File Cleaning wurden sechs Patienten von der Studie ausgeschlossen, da eine ausreichende Suffizienz des Datenmaterials nicht gewährleistet war. Somit konnten die benötigten Daten für 275 Patienten in ausreichendem Maß eruiert werden. Die Studienpopulation setzt sich zu 73,1% aus männlichen und zu 26,9% aus weiblichen Studienteilnehmern zusammen. Für die Studienpopulation wurde ein Durchschnittsalter von $39,6 \pm 18,9$ Jahren mit einem Maximum von 86 Jahren und einem Minimum von 18 Jahren ermittelt (Abb. 1). Auffällig in der Studienpopulation war eine deutliche Mehrung von Patienten zwischen dem 18. und 45. Lebensjahr. Innerhalb der übrigen Alterssegmente lag eine annähernd gleichmäßige Verteilung der Patienten vor. Bezüglich der Altersverteilung innerhalb der einzelnen PTS-Gruppen wurde mit steigender PTS-Gruppe ein dezenter Anstieg des Durchschnittsalters vermerkt. Zu beziffern ist das Durchschnittsalter der PTS-Gruppe 1 mit 36 ± 14 Jahren, der PTS-Gruppe 2 mit 40 ± 19 Jahren, der PTS-Gruppe 3 mit 44 ± 21 Jahren und der PTS-Gruppe 4 mit 46 ± 26 Jahren. Ein gering signifikanter Zusammenhang ($r=0,182$ bei $p=0,01$) zwischen dem Patientenalter und der PTS-Punktzahl konnte nachgewiesen werden. Die Verteilung der Patienten auf die einzelnen PTS-Gruppen weist starke Differenzen auf (Abb. 2). Als mengenmäßig stärkste Fraktion imponiert PTS-Gruppe 2. Diese vereint einen Anteil von 42,5% aller Patienten auf sich. Dem folgen PTS-Gruppen 1 mit 30,6%, PTS-Gruppe 3 mit 17,1% und PTS-Gruppe 4 mit 6,9% der Patienten. Ein Anteil von 2,9% der untersuchten Patienten konnte keiner der vier definierten PTS-Gruppen zugeordnet werden. Letztgenannte Gruppe wurde somit in keiner der weiteren Betrachtungen respektive Auswertungen berücksichtigt. Eine schwere polytraumatische Erkrankung erlitten unter Berücksichtigung der PTS-Gruppen 2 bis 4 somit 183 der untersuchten Patienten.



Links Abb. 1: Altersstruktur der Studienpopulation. Die Intervallbreite beträgt 4 Jahre.

Rechts Abb. 2: Verteilung der Patienten auf die PTS-Gruppen. PTS-Gruppe 0: Keine Zugehörigkeit zu einer der vier definierten PTS-Gruppen.

In periphere Einrichtungen der stationären Versorgung wurden 12,7% der Patienten der Studienpopulation verlegt. Durchschnittlich verweilten ebengenannte $11,3 \pm 9,6$ Tage auf der Intensivstation und wurden durchschnittlich nach $13,7 \pm 10,5$ Tagen in die stationäre Betreuung einer externen Institution übergeben. Eine stationäre Weiterbetreuung mit einem geriatrischen Schwerpunkt wurde für 3,3% der Patienten veranlasst. Die Verlegung geschah durchschnittlich nach $25,8 \pm 13,5$ Tagen mit einer Intensivbetreuung von durchschnittlich $10,2 \pm 6,8$ Tagen. Für einen Anteil von 18,5% der Patienten wurde im Anschluss an die durchschnittlich $34,9 \pm 20,2$ Tage andauernde stationäre Akutbehandlung in der Charité – Universitätsmedizin Berlin eine medizinische Rehabilitationsmaßnahme in einer dem Hauptbeschwerdebild des Patienten entsprechenden Einrichtung durchgeführt. Selbige erfuhren im Durchschnitt einen Aufenthalt von $20,4 \pm 13,2$ Tagen auf einer Intensivstation, wobei sich der maximale Aufenthalt in der stationären Versorgung dieser Gruppe auf 108 Tage belief. Nach durchschnittlich $19,5 \pm 18,4$ Tagen mit einer durchschnittlichen Verweildauer von $6,0 \pm 7,4$ Tagen wurden 41,7% der Patienten dieser Studienpopulation in die ambulante Weiterversorgung entlassen. Ein Anteil von 13,8% der Patienten verstarb im Krankenhaus trotz durchgeführter diagnostischer und therapeutischer Maximalversorgung. Im Durchschnitt trat der Tod nach $5,7 \pm 9,6$ Tagen ein. Die Sterblichkeit erlangte nach 48 Stunden mit 57,9% der verstorbenen Patienten ein Maximum. Das Durchschnittsalter der

verstorbenen Patienten ist mit $47,5 \pm 22,5$ Jahren zu beziffern. Eine Analyse der Verteilung der verstorbenen Patienten auf die vier PTS-Gruppen ergab ein Maximum für die PTS-Gruppe 2. Dieses Ergebnis korrespondiert mit der relativen Verteilung der Gesamtpopulation. Für die PTS-Gruppen 3 und 4 lag der prozentuale Anteil der verstorbenen Patienten gemessen an der Gesamtpopulation über deren Anteil (Abb. 3).

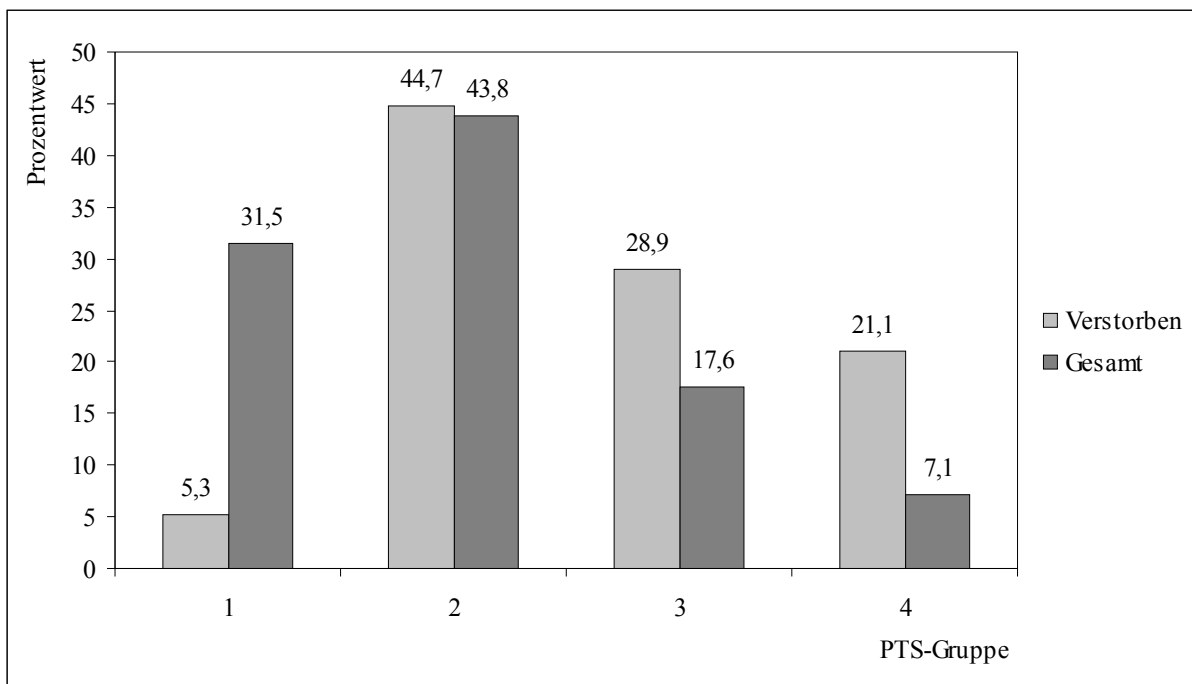
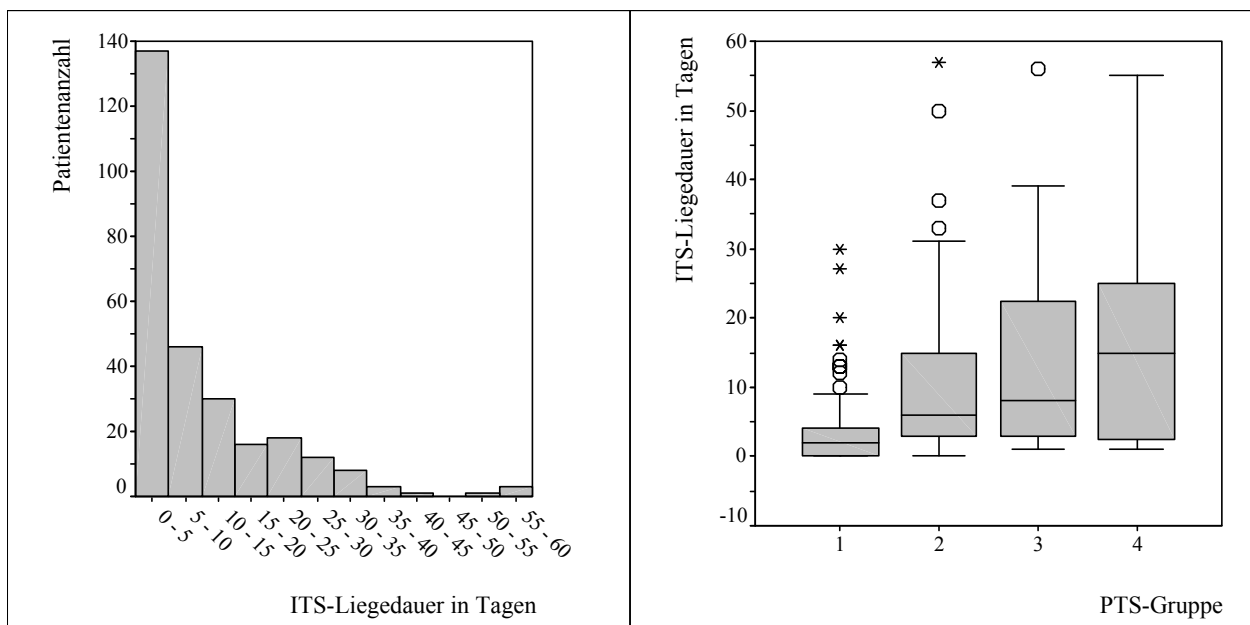


Abb. 3: Verhältnis der Gesamtstudienpopulation zur Anzahl verstorbener Patienten. Darstellung differenziert nach PTS-Gruppen. Gesamt = Gesamtstudienpopulation; Verstorben = Verstorbene Patienten.

Intensivstation

Ein relativer Anteil von 87,3% der Patienten der Gesamtpopulation verweilte als Folge der Traumatisierung auf der Intensivstation. Diese Patienten wurden mindestens für einen Tag intensivmedizinisch betreut respektive überwacht. Im Zeitraum von ein bis zwei Tagen befanden sich 22,6% der Patienten und für einen Zeitraum von ein bis zehn Tage 56,8% der Patienten in intensivmedizinischer Betreuung (Abb. 4). Maximal betrug die Liegedauer auf der Intensivstation für einen Patienten 57 Tage. Ebengenannter Patient wurde mittels Hannoverschen Polytraumaschlüssel in die PTS-Gruppe 2 der Verletzungsschwerekategorie eingeordnet. Somit ist eine starke Abweichung von der mittleren Liegedauer innerhalb der PTS-Gruppe 2 vorhanden (Abb. 5). Weitere Extremwerte finden sich in dieser und der PTS-Gruppe 1. Insgesamt ist ein Anstieg

der Liegedauer auf der Intensivstation mit steigender Verletzungsschwerekategorie existent. Ebenfalls mit der PTS-Gruppe steigt die Spannweite der Liegedauer zwischen dem 25% und 75%-Quantil. Ein gering signifikanter Zusammenhang ($r=0,432$ bei $p<0,01$) zwischen dem PTS-Punktwert und der Liegedauer auf der Intensivstation konnte nachgewiesen werden. Die durchschnittliche Verweildauer aller Patienten auf einer intensivmedizinisch geführten Station beträgt im arithmetischen Mittel $10,5\pm 11,0$ Tage und im Median 6,0 Tage. Der Mittelwert der PTS-Gruppen ist im Vergleich zum Median für PTS-Gruppe 1 mit $3,89\pm 5,74$ Tagen (Median 2,00), PTS-Gruppe 2 mit $10,50\pm 10,49$ Tagen (Median 6,00), PTS-Gruppe 3 mit $13,47\pm 12,83$ Tagen (Median 8,00) und PTS-Gruppe 4 mit $16,63\pm 15,69$ Tagen (Median 15,00) zu beziffern. Erkennbar ist eine deutliche Differenz zwischen Mittelwert und Median der Intensivliegedauer sowie eine hohe Standardabweichung als Zeichen einer deutlichen Schwankungsbreite.



Links Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Patientenliegedauer auf der Intensivstation. ITS = Intensivstation.

Rechts Abb. 5: Liegedauer auf der Intensivstation differenziert nach PTS-Gruppen.

Ursächlich verantwortlich für die Traumatisierung waren Unfälle mit Führung eines Kraftfahrzeugs in 40,7% der Fälle. Dies war zugleich der häufigste Auslöser der polytraumatischen Erkrankung in der untersuchten Studienpopulation. Den größten Anteil erlangten dabei Unfälle als Folge des Führens eines Personenkraftwagens oder Motorrads. Zweithäufigste Ursache war der Sturz aus großer Höhe, definiert entsprechend den allgemeinen Schockraumkriterien. Zu beziffern ist der Anteil der Patienten mit 27,6%. Die polytraumatische Erkrankung als Folge eines

Zusammenstoßes als Fußgänger mit einem Kraftfahrzeug wird in 16,0% der Fälle als ursächlich angesehen. Ergänzend anzuführen sind Unfallursachen selteneren Auftretens. Zu nennen sind Unfälle mit nachgewiesener suizidaler Absicht, Unfälle infolge Anwendung körperlicher Gewalt und Bewusstlosigkeit unklarer Genese als Ursachen der Polytraumatisierung.

3.2. Radiologisch diagnostischer Zugewinn

Eine Kenngröße der Güte radiologischer Untersuchungstechniken ist der Zugewinn an Informationen unter Verwendung dieser Technik. Eruiert wurde somit der radiologisch diagnostische Zugewinn der 16-Zeilen-Spiral-Computertomographie im Vergleich zur konventionellen Röntgentechnik respektive zur Sonographie des Abdomens. Beurteilt wurden die definierten Untersuchungsregionen Kopf, Gesicht, Thorax, Becken, Abdomen und Wirbelsäule. Ein Vergleich der diagnostischen Aussagekraft der verwendeten Untersuchungstechniken bezüglich der Verletzungen von Extremitäten war nur eingeschränkt möglich. Ursächlich verantwortlich war eine technische Limitation durch den Tischvorschub des verwendeten CT-Gerätes. Eine Diagnostik der unteren Extremität distal der Symphysis pubica war im Ganzkörperuntersuchungsprotokoll die polytraumatische Erkrankung betreffend nicht vorgesehen. Zur Darstellung kamen die proximale Diaphysis femoris, das Collum femoris und das Caput femoris mit der Articulatio coxae. Im Bereich der oberen Extremität waren alle Segmente aufgrund der Lagerung des Patienten mit seitlich anliegenden Armen einsehbar. Insgesamt konnten in den genannten Extremitätensegmenten 13 Befunde detektiert werden. Dabei entfielen 8 Befunde auf die BG-B und fünf Befunde auf die BG-C. Eine deutliche Diskrepanz der Untersuchungsbefunde zeigte sich zwischen der BG-B und der BG-C im Bereich der regulär zur Auswertung herangezogenen Untersuchungsregionen. Mit insgesamt 313 Befunden im Untersuchungsbereich Kopf wurde die höchste Anzahl von Befunden der BG-C festgestellt. Innerhalb der fünf anderen untersuchten Regionen lag hingegen die Anzahl der Befunde der BG-B deutlich über der der BG-C (Abb. 6).

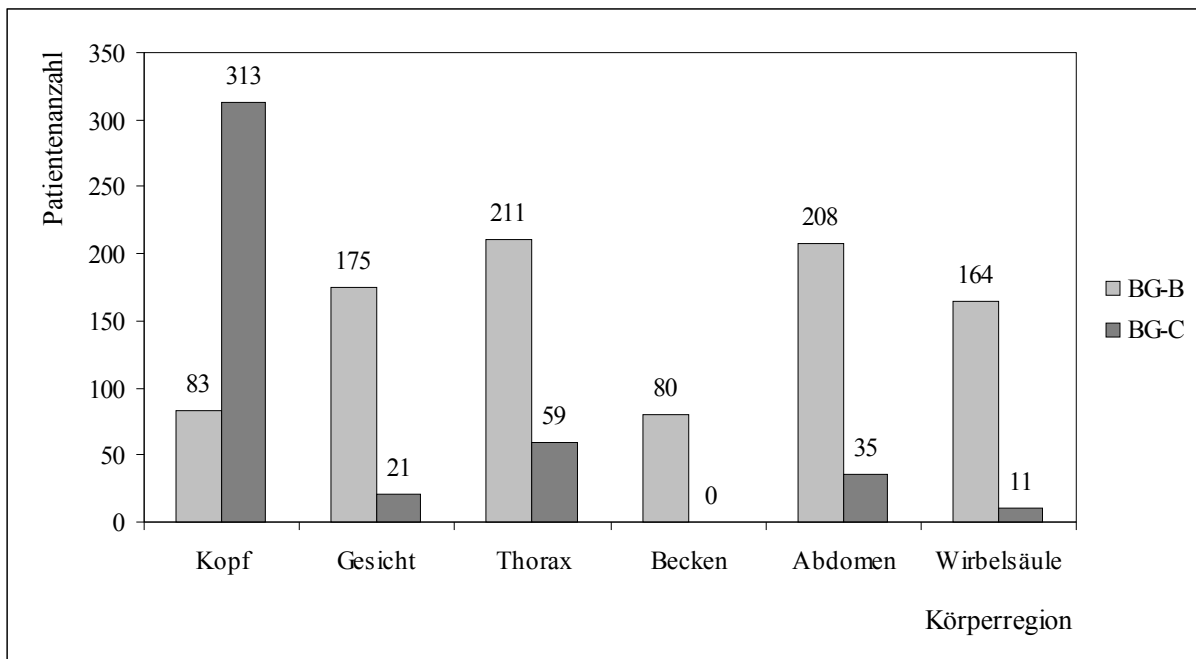


Abb. 6: Verhältnis der absoluten CT-Befundhäufigkeiten der BG-B zur BG-C. Darstellung differenziert nach Untersuchungsregionen. BG-B = Befundgruppe B; BG-C = Befundgruppe C.

Bezüglich der Verteilung der Befunde auf die einzelnen Patienten ergab die statistische Analyse ein differenziertes Bild. Durchschnittlich wurden im Bereich Kopf bei jedem der 128 betroffenen Patienten der BG-C 2,4 Neubefunde gesichtet. Zusatzbefunde in diesem Bereich wurden bei 22 Patienten gesichert, was einem Verhältnis von durchschnittlich 3,8 Befunden je betroffenem Patienten entspricht (Abb. 6 und Abb. 7). Mit Ausnahme des Gesichtsschädels mit einem Verhältnis von 2,3 Zusatzbefunden je betroffenem Patienten wurde in den übrigen Untersuchungsbe-
reichen ein Verhältnis von Befundanzahl zu betroffenen Patienten kleiner 2 nachgewiesen. Gleichzeitig wurden sowohl Zusatz- als auch Neubefunde bei Patienten in fünf der sechs Untersuchungsregionen beobachtet:

- Kopf 20 Patienten
- Thorax 15 Patienten
- Wirbelsäule 3 Patienten
- Gesichtsschädel 7 Patienten
- Abdomen 16 Patienten

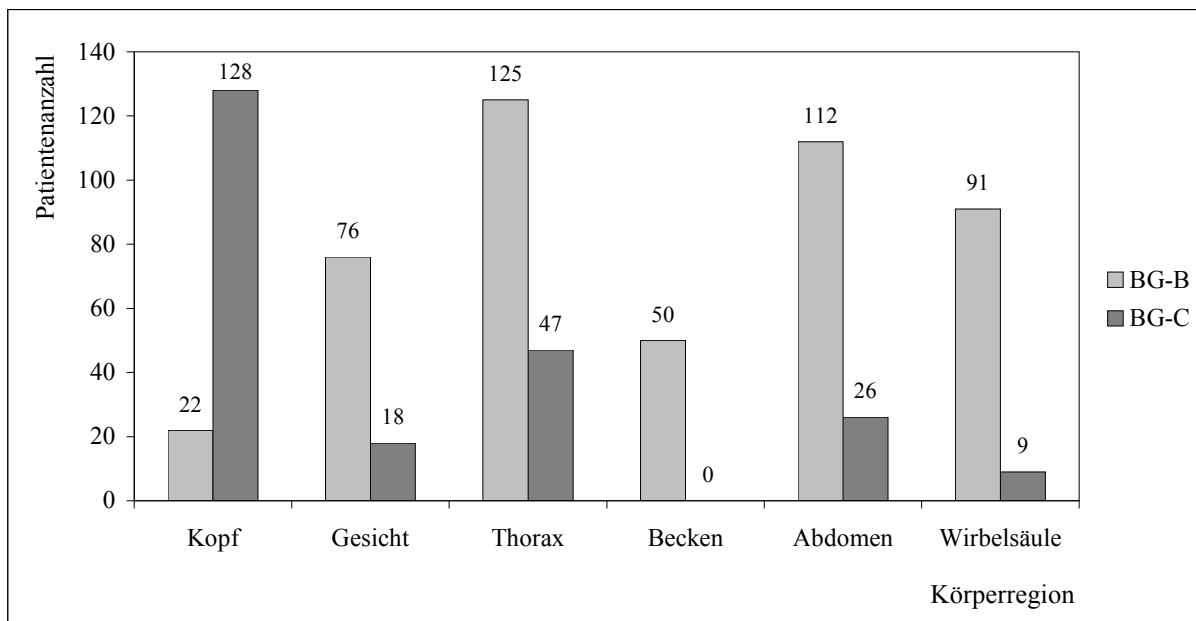


Abb. 7: Patientenanzahl mit CT-Befund in den Untersuchungsregionen. Darstellung differenziert nach Untersuchungsregionen und Befundgruppen. BG-B = Befundgruppe B; BG-C = Befundgruppe C.

3.3. Klassifizierung radiologisch diagnostischen Zugewinns

Ausgehend von Abb. 7 erfolgt die weitere Aufschlüsselung der Untersuchungsergebnisse entsprechend dem ATLS®-Protokoll des American College of Surgeons Committee on Trauma unter vorheriger Selektion der Befundgruppen. Im Vergleich der BG-B und BG-C sind deutliche Unterschiede bezüglich der Verteilung erhobener Befunde auf die Befundklassen zu erkennen. Innerhalb der BG-B imponiert Klasse 2, das heißt die Gruppe der potentiell lebensbedrohlichen Verletzungen, als stärkste Fraktion in allen Untersuchungsregionen (Abb. 8). Mit einem Anteil von 84% erreicht diese Klasse ein Maximum innerhalb der Untersuchungsregion Wirbelsäule. Des Weiteren liegt der Anteil der Klasse 2 für die Regionen Gesicht, Thorax und Becken oberhalb der Hälfte aller Befunde in der entsprechenden Untersuchungsregion. Mit Ausnahme der Region Becken bildet Klasse 1 die zweitstärkste Gruppe innerhalb der BG-B. Zugleich erreicht Klasse 3, das heißt akut lebensbedrohliche Verletzungen, für die Untersuchungsregion Becken einen Höchstwert von 26% aller Befunde dieser Untersuchungsregion. Ein Minimum der Befunde der Klasse 3 wurde in den Untersuchungsregionen Gesicht und Wirbelsäule beobachtet. Innerhalb der BG-C wurde ein Minimum für die Klassen 2 und 3 im Bereich Becken erfasst (Abb. 9). Somit entfallen alle erhobenen Befunde der BG-C im Untersuchungsbereich Becken auf die Klasse 1, also einfache Verletzungen. Für die anderen Regionen der BG-C ergibt sich ein diffe-

renziertes Bild. Innerhalb der Untersuchungsregion Thorax entfällt etwa ein gleich großer Anteil von Untersuchungsbefunden auf jede der drei Befundklassen. Für die Bereiche Gesicht, Abdomen und Wirbelsäule dominieren wiederum die Befunde der Klasse 2 mit größer oder gleich 50% gemessen an der gesamten Anzahl von Befunden einer Untersuchungsregion. Ein deutlicher Unterschied in der Verteilung der Befunde auf die unterschiedlichen Klassen zeigt sich im Bereich Kopf. Deutlich dominant imponieren hierbei die Befunde der Klasse 3. Zu beziffern ist der Anteil am Gesamtspektrum neuer Befunde mit 62%. Klasse 2 ist dabei die mengenmäßig schwächste Fraktion mit einem Anteil von 9%. Demzufolge ergibt sich ein Anteil von 29% für Klasse 1 der Untersuchungsregion Kopf der BG-C.

Anzumerken ist, dass sich die grafische Darstellung (Abb. 8 und Abb. 9) auf die Anzahl der betroffenen Patienten bezieht (Abb. 7) und nicht auf die Anzahl aller erhobenen Befunde der BG-B und BG-C. Aus diesem Grund nimmt jeweils nur der als am bedrohlichsten für den Patienten eingeschätzte Befund Einfluss auf die Anteilsbildung.

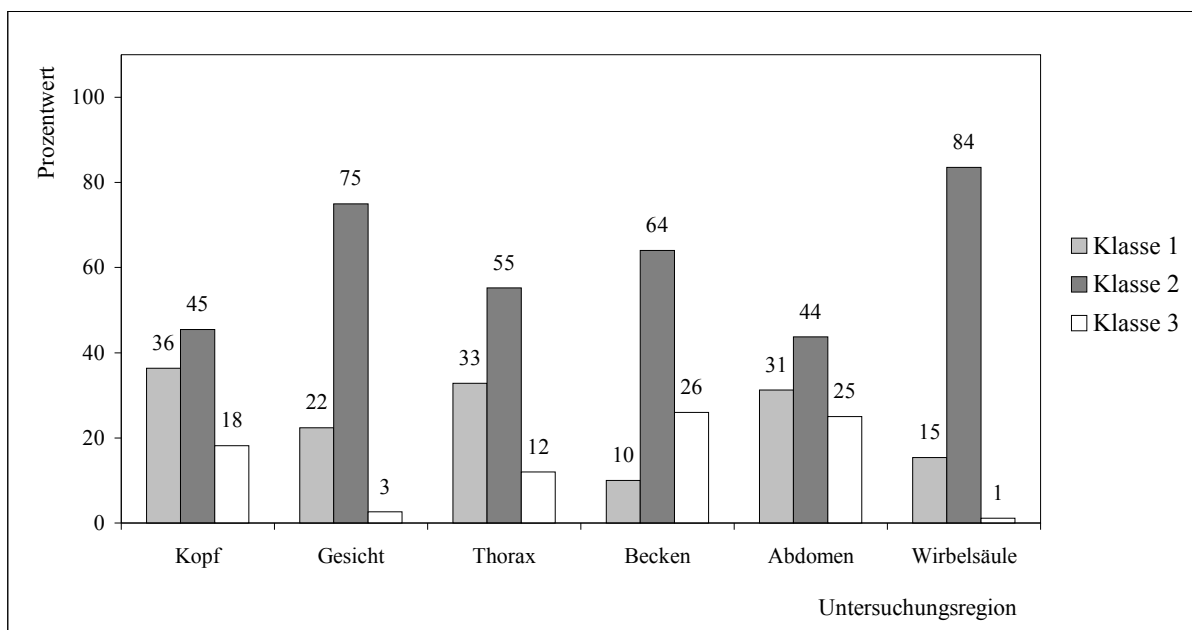


Abb. 8: Relative Häufigkeiten erhobener CT-Zusatzbefunde (BG-B). Darstellung differenziert nach der Vitalbedrohung (Klassen).

Eine Analyse der Klassen auf das Vorhandensein von mehreren Befunden unterschiedlicher Klassenzugehörigkeit bei demselben Patienten ergab für die BG-B in der Region Kopf eine Anzahl von 21 Patienten, für die Region Thorax 13 Patienten, für die Region Abdomen zwei Patienten und für die Regionen Gesicht und Wirbelsäule jeweils einen Patienten. Bezüglich der

BG-C zeigte sich lediglich für 19 Patienten der Region Kopf, für zwei Patienten der Region Thorax und für drei Patienten der Region Abdomen ein Befund der Klasse 2 bei gleichzeitigem Vorhandensein eines Befundes der Klasse 3.

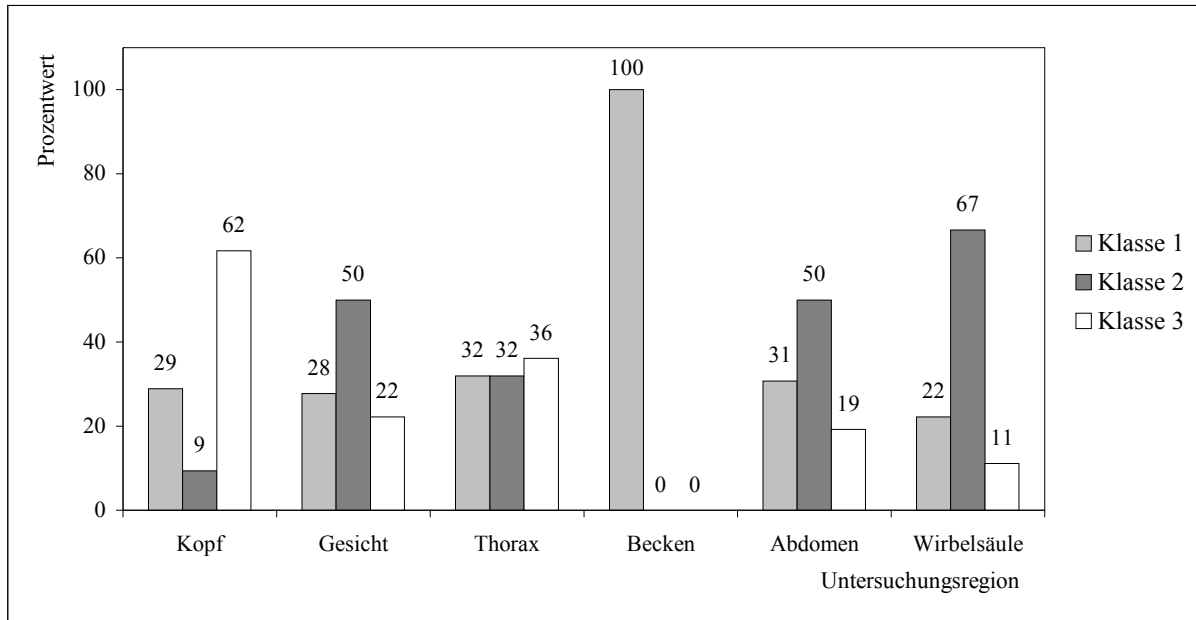


Abb. 9: Relative Häufigkeiten erhobener CT-Neubefunde (BG-C). Darstellung differenziert nach der Vitalbedrohung (Klassen).

Im Anschluss an die deskriptive Auswertung der Ergebnisse erfolgte eine statistische Prüfung mit dem Ziel des Nachweises eines signifikanten Unterschiedes bezüglich der BG-B und BG-C. Unter Beachtung der Voraussetzungen zur Durchführung des Chi-Quadrat-Tests kam derselbe zur Anwendung. Nicht geprüft wurden aufgrund fehlender Erfüllung der Voraussetzungen zur Durchführung des Chi-Quadrat-Tests die Regionen Becken und Wirbelsäule. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen der BG-B und BG-C konnte für die Region Abdomen nachgewiesen werden. Nachweislich vorhanden war jedoch ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,01$) der BG-B und BG-C bezüglich der Regionen Kopf, Gesicht und Thorax.

Beziehung zwischen Verletzungsschwere und radiologischem Informationszugewinn

Die Beziehung zwischen der Verletzungsschwere und dem radiologischen Zugewinn wurde zweckmäßig für die BG-C, also für durch die MSCT erhobene Neubefunde vorgenommen. Die Anzahl der Neubefunde war in der PTS-Gruppe 2 für alle drei Befundklassen maximal (Tabelle

1). Eine signifikante, positive Korrelation erbrachte die Differenzierung der Ergebnisse für die Untersuchungsregionen Kopf ($r=0,348$ bei $p<0,01$), Gesichtsschädel ($r=0,720$ bei $p<0,01$), Thorax ($r=0,551$ bei $p<0,01$) und Abdomen ($r=0,488$ bei $p=0,01$).

Tabelle 1: Beziehung der Neubefund-Klassifikation (BG-C) zur Verletzungsschwere. Darstellung differenziert nach PTS-Gruppen.

Befund-Klassifikation	PTS-Gruppe			
	1	2	3	4
1	29	30	5	2
2	16	23	13	3
3	7	53	32	14

3.4. Verletzungskombinationen

Anknüpfend an die vorausgegangene Exploration wurde das Datenmaterial mit dem Ziel des Aufspürens häufiger Verletzungskombinationen untersucht. Insgesamt fiel eine deutliche Vergesellschaftung von Verletzungen mit einer Kopf-, Thorax- oder Abdomenverletzung auf. Als häufigste Kombination wurden Verletzungen von Kopf und Thorax beobachtet (Abb. 10). Diese wurde bei 104 (37,8%) der 275 untersuchten Patienten radiologisch gesichert. Die Gesamtanzahl der Kopfverletzungen setzt sich dabei aus 15 Befunden der BG-B und 89 Befunden der BG-C zusammen. Thorakal wurden in Verknüpfung mit Kopfverletzungen hingegen 76 Befunde der BG-B und 28 Befunde der BG-C entsprechend beobachtet. Dieses Ergebnis lässt sich als eine inverse Konstellation der Verletzungskombination von Kopf- und Thoraxverletzungen gemessen an der Befundgruppe beschreiben. Als Klassifikation anhand der Vitalbedrohung des Befundes für den Patienten ergibt sich eine ähnliche Konstellation wie die bereits für die Gesamtanzahl der Befunde dargestellte (Abb. 8 und Abb. 9). Folglich imponieren im Untersuchungsbereich Kopf für die BG-B Befunde der Klasse 2 und für die BG-C Befunde der Klasse 3 als stärkste Fraktion. Thorakal wiederum dominieren Befunde der Klasse 2, sowohl in der BG-B als auch in der BG-C.

Zweithäufigste Konstellation von Verletzungen stellt die Kombination aus thorakaler Verletzung mit einhergehender abdomineller Verletzung dar. Letztgenannte Kombination wurde bei 92 Patienten nachgewiesen. Bezüglich der Befundgruppe lässt sich die Beobachtung thorakal in 62 Befunde der BG-B und 30 Befunde der BG-C aufteilen. Abdominelle Befunde der BG-B wurden

für 74 Patienten und der BG-C für 18 Patienten abgebildet. Wie bereits für die Verletzungskombination der Regionen Kopf und Thorax beschrieben, gliedern sich die Befundklassen in Analogie zur Aufteilung der Gesamtanzahl der Befunde. Eine geringe Häufigkeit wurde für Kombinationsverletzungen mit Einbeziehung der Region Becken beobachtet (Abb. 10).

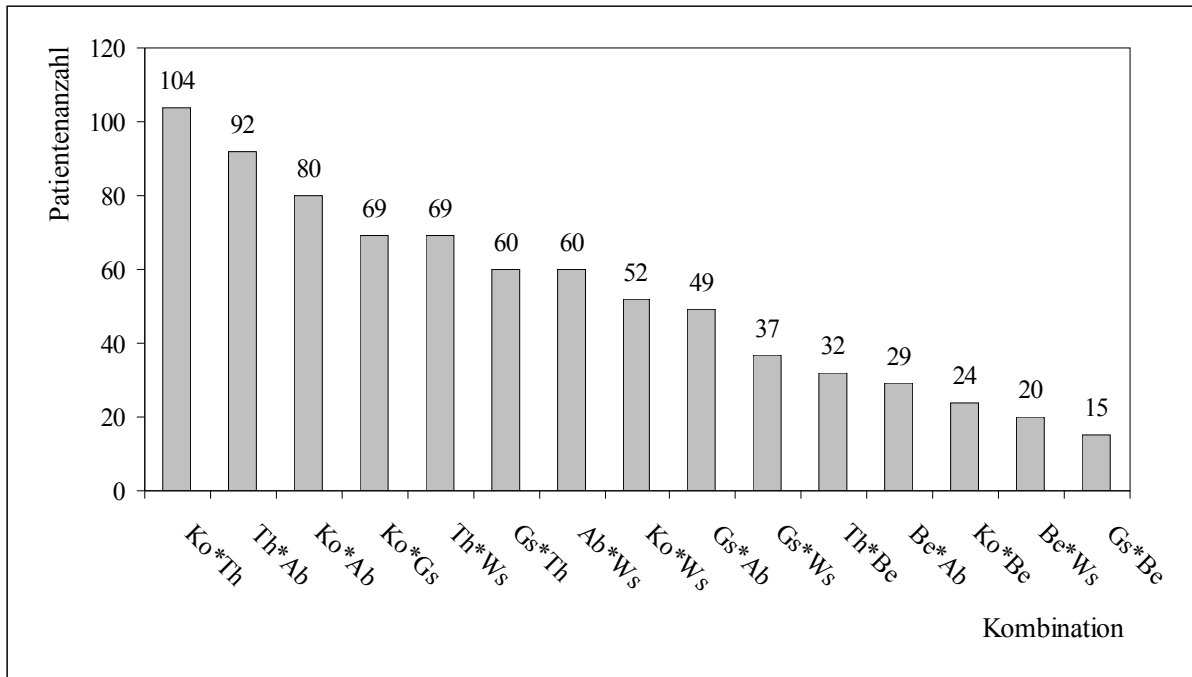


Abb. 10: Häufigkeit von Verletzungskombinationen in der Studienpopulation. Untersuchungsregionen: Ko = Kopf; Gs = Gesicht; Th = Thorax; Be = Becken; Ab = Abdomen; Ws = Wirbelsäule; Pat.-Anzahl = Anzahl der Patienten mit Kombination von Verletzungen der beiden angegebenen Untersuchungsregionen; Kombination = Verknüpfung der angegebenen Untersuchungsregionen.

Weiterführend wurde die Kombination von Verletzungen der Untersuchungsregion Kopf und einhergehender Verletzung der Region Thorax als Basis einer explorativen Datenanalyse genutzt. Es zeigt sich hierbei ein durchschnittlicher PTS-Punktwert von $25,5 \pm 14,2$ Punkten. Ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,01$) des PTS-Punktwertes zur Studiengesamtpopulation konnte nachgewiesen werden. Der Altersdurchschnitt der Verletzten mit dieser Verletzungskombination lag bei $42,3 \pm 19,6$ Jahren, wobei ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) gegenüber der Studiengesamtpopulation besteht. Die Liegedauer auf der Intensivstation war einer großen Schwankungsbreite unterworfen. Sie betrug im Durchschnitt etwa $11,5 \pm 11,5$ Tage, wobei die maximale Liegedauer eines Patienten mit dieser Verletzungskombination 56 Tage betrug. Bezüglich der Liegedauer auf der Intensivstation wurde ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied im Vergleich zur Studiengesamtpopulation ermittelt. Die Sterblichkeit in dieser Gruppe ist mit

22,1% der Patienten zu beziffern. Im Vergleich zum prozentualen Anteil von 13,8% der Patienten der Studiengesamtpopulation ist der Anteil verstorbener Patienten somit deutlich erhöht.

Die Kombination thorakaler und abdomineller Verletzungen betreffend wurde ein durchschnittlicher PTS-Punktwert von $28,0 \pm 15,9$ Punkten ermittelt. Nachweislich vorhanden ist ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,01$) des PTS-Punktwertes gegenüber dem Wert der Gesamtstudienpopulation. Die Alterstruktur der Gruppe gleichzeitig thorakal und abdominal verletzter Patienten zeigt einen Mittelwert von $42,2 \pm 20,5$ Jahren mit einem signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) im Vergleich zur Gesamtstudienpopulation. Durchschnittlich betrug die Liegedauer auf der Intensivstation $12,5 \pm 13,3$ Tage. Diese war ebenfalls einer großen Streuung innerhalb der Untersuchungsgruppe unterlegen. Ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,01$) zur Gesamtstudienpopulation wurde nachgewiesen. Der Anteil an Patienten, die infolge der erlittenen Verletzungen innerhalb der stationären Versorgung verstarben, betrug 22,8% und ist somit gegenüber der Mortalität des Gesamtstudienkollektivs deutlich erhöht. Zugleich lag die Sterblichkeit der Gruppe thorakal und abdominal verletzter Patienten geringfügig oberhalb der Rate der Gruppe mit der Kombination aus Kopf- und Thorax-Verletzungen. Dies war ebenso für den PTS-Punktwert, die Intensivliegedauer und den Altersdurchschnitt zu beobachten.

Für 57 Patienten konnte eine Kombination von Verletzungen aus den drei zuvor beschriebenen Regionen ermittelt werden. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $42,0 \pm 21,0$ Jahre. Bezüglich des PTS-Punktwerts wurde ein Durchschnittswert von $28,4 \pm 14,4$ Punkten ermittelt. Intensivpflichtig waren die Patienten dieser Gruppe im Durchschnitt $13,6 \pm 13,3$ Tage. Mit einem prozentualen Anteil von 22,8% entsprach die Sterblichkeit dieser Gruppe derjenigen mit der Kombination thorakaler und abdominaler Verletzungen. Ein signifikanter respektive hochsignifikanter Unterschied der Untersuchungsergebnisse zum Gesamtkollektiv war nachweislich vorhanden.

3.5. Abhängigkeit der Intensivliegedauer von der Befundklassifikation

Anknüpfend an die vorgestellte Korrelation von Intensivliegedauer und Verletzungsschwere wurde eine mögliche Abhängigkeit der Intensivliegedauer von der Befundklassifikation untersucht. Die Differenzierung erfolgte zunächst grob nach den Befundgruppen. Hierbei zeigte sich, mit Ausnahme in der Untersuchungsregion Becken, in jeder Untersuchungsregion der BG-B eine minimale Liegedauer für die Befunde der Klasse 1. In Analogie dazu konnte eine mittlere Verweildauer auf der Intensivstation für die Klasse 2 der Untersuchungsregionen Kopf, Gesicht,

Abdomen und Wirbelsäule festgestellt werden (Abb. 11). Das Maximum der Intensivliegedauer ebengenannter Untersuchungsregionen war bei Befunden der Klasse 3 zu finden. Das Maximum der Intensivliegedauer der Untersuchungsregionen Thorax und Becken bilden die Befunde der Klasse 2. Anzumerken ist, dass sich das Ergebnis der Klasse 3 innerhalb der Untersuchungsregion Wirbelsäule lediglich auf einen Patienten stützt, folglich keine valide Aussage bezüglich dieses Wertes getroffen werden kann.

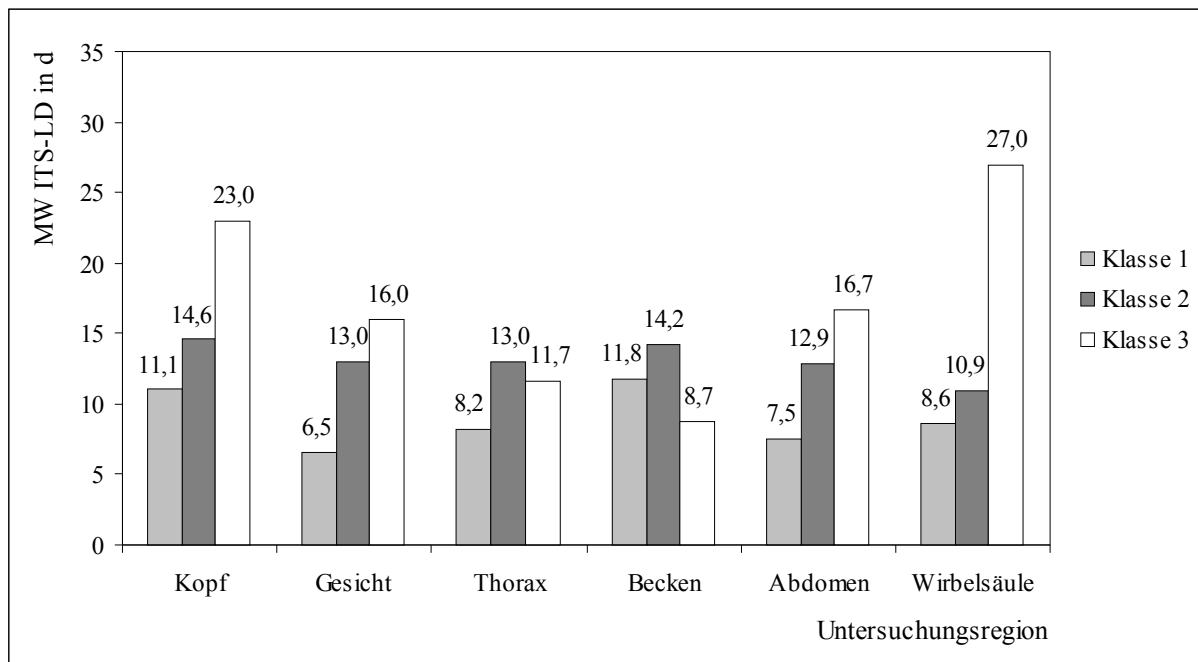


Abb. 11: Mittelwerte der Intensivliegedauer innerhalb der Untersuchungsregionen der **BG-B**. Darstellung differenziert nach Untersuchungsregionen und Befundklassifikation. MW = Mittelwert; ITS-LD = Liegedauer auf der Intensivstation; d = Tag.

Die BG-C betreffend sind mit einzelnen Ausnahmen kurze Intensivintervalle aufgezeichnet worden. Beginnend mit der Untersuchungsregion Kopf wurde beobachtet, dass das Maximum der Liegedauer ebenfalls bei Klasse 3 liegt. Eine minimale Liegedauer auf der Intensivstation wurde hingegen bei Klasse 2 erfasst. Gleiches trifft für Klasse 2 der Untersuchungsregion Wirbelsäule zu. Ein Maximum der Intensivliegedauer wurde für die Klasse 2 der Untersuchungsregion Thorax ermittelt (Abb. 12). Aufgrund des Fehlens von Befunden bezüglich der BG-C der Untersuchungsregion Becken sind dafür keine Angaben gemacht worden. Für Klasse 1 der Untersuchungsregion Wirbelsäule bezieht sich die Angabe ebenfalls auf einen Patienten, für Klasse 2 konnte lediglich auf Daten von zwei Patienten zurückgegriffen werden. Dennoch imponieren

die Werte der Untersuchungsregion Wirbelsäule und bilden sowohl für die BG-B, als auch für die BG-C ein Maximum aus.

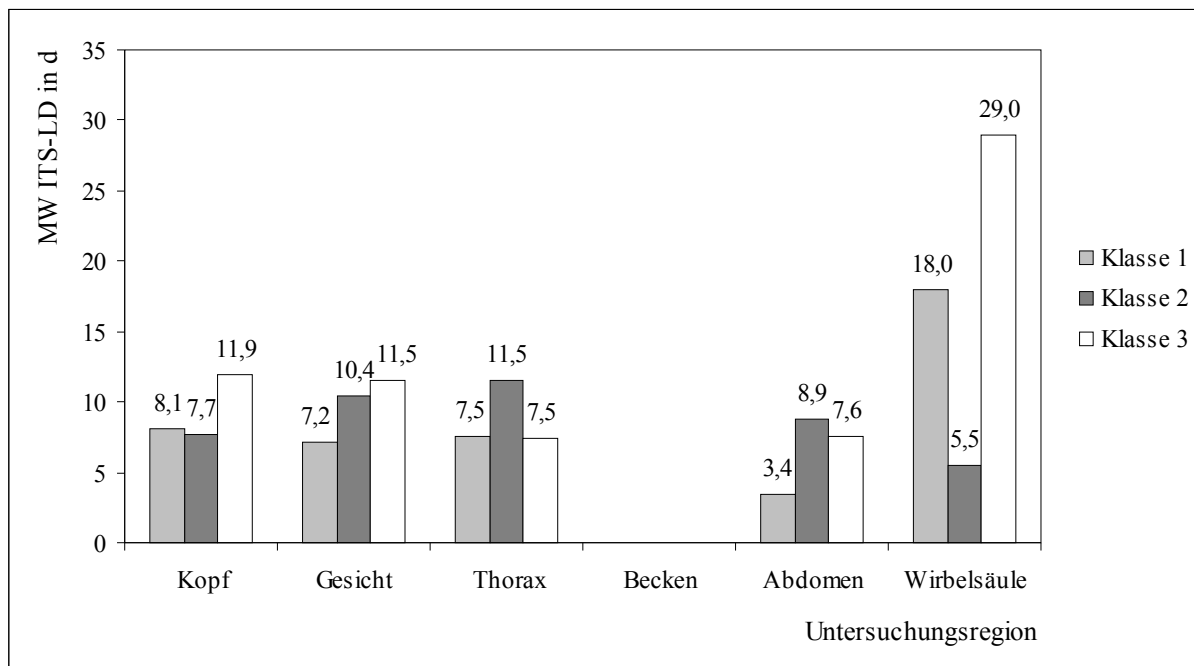


Abb. 12: Mittelwerte der Intensivliegedauer innerhalb der Untersuchungsregionen der **BG-C**. Darstellung differenziert nach Untersuchungsregionen und Befundklassifikation. MW = Mittelwert; ITS-LD = Liegedauer auf der Intensivstation; d = Tag.

3.6. Lebensqualität nach polytraumatischer Erkrankung

Von 275 Patienten wurden 200 Patienten in die Befragung mit dem SF-36-Fragebogen eingeschlossen. 38 (13,8%) Patienten verstarben im Krankenhaus, acht (2,3%) Patienten verstarben poststationär, drei (1,1%) Patienten konnten keine selbstständigen Angaben zum Gesundheitszustand machen und bei 26 (9,5%) Patienten lag der Wohnsitz außerhalb der BRD. Für 75 (37,5%) der 200 Patienten konnten die Fragebögen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität vollständig ausgewertet werden.

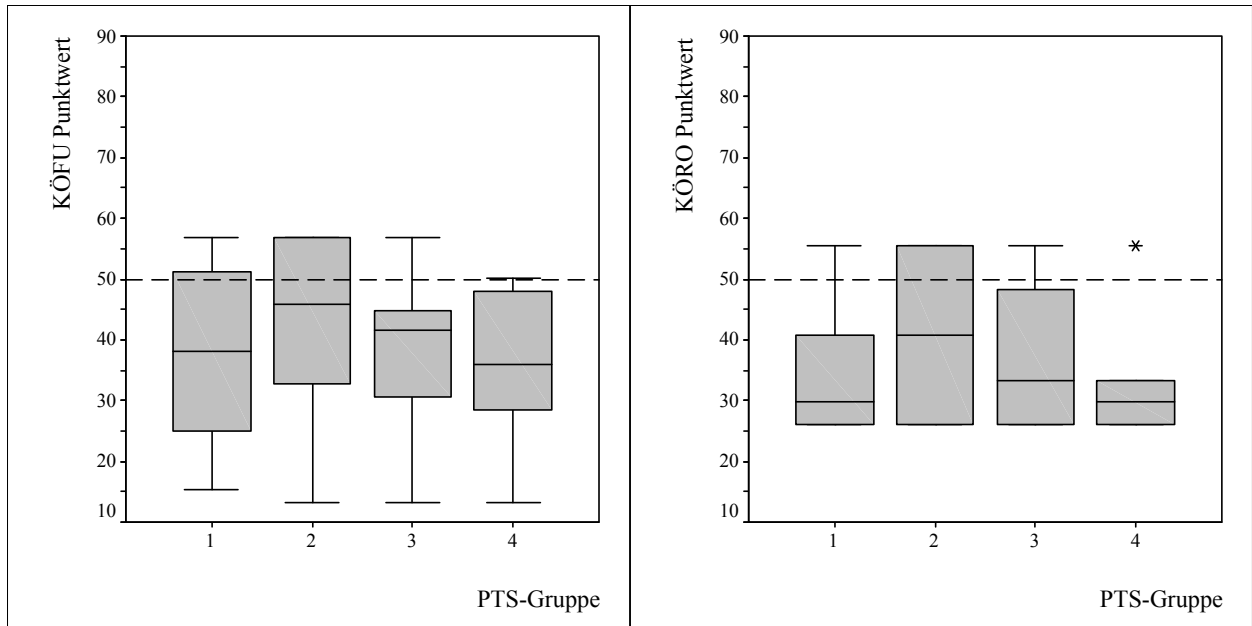
Als Ursache für den fehlenden Rücklauf sind die Ablehnung einer Befragung (8%), die unzureichende Beteiligung trotz schriftlicher und telefonischer Bitte den Fragebogen vollständig ausgefüllt zurückzusenden (34,6%) und die ergebnislose Adressenrecherche (2,9%) anzugeben.

Zu berücksichtigen bleibt, dass eine Version des SF-36-Fragebogens zur Fremdbeurteilung des Gesundheitszustandes nicht zum Einsatz kam.

Die Population der Befragten bestand zu einem Anteil von 62,7% aus männlichen und zu 37,3% aus weiblichen Teilnehmern. Bei einer Spannweite von 18 bis 81 Jahren lag das Durchschnittsalter gemessen am Unfalldatum bei $39,5 \pm 17,9$ Jahren. Ein signifikanter Altersunterschied ($p=0,94$) gegenüber der Gesamtstichprobe polytraumatisierter Patienten konnte nicht nachgewiesen werden. Gestützt auf den fehlenden Nachweis eines signifikanten Unterschiedes bezüglich der mit dem SF-36 befragten Patientengruppe gegenüber der Gesamtstudienpopulation zeigt sich eine angepasste Verteilung auf die definierten Schweregradgruppen des PTS. Die PTS-Gruppe 1 vereint dabei einen Anteil von 16 Patienten (21,3%), die PTS-Gruppe 2 von 35 Patienten (45,7%), die PTS-Gruppe 3 von 15 Patienten (20,0%) und die PTS-Gruppe 4 einen Anteil von sechs Patienten (8,0%) auf sich. Die Anzahl derjenigen Patienten, die keiner definierten PTS-Gruppe zugeordnet werden konnten, ist mit drei zu beziffern.

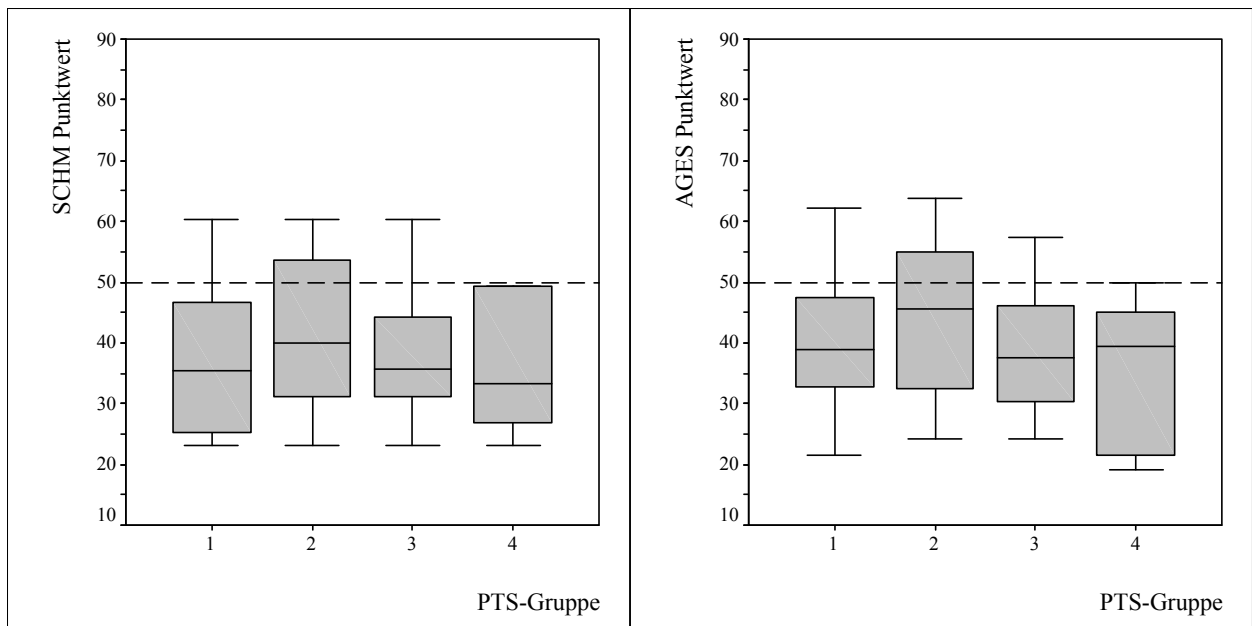
Die statistische Analyse der Ergebnisse der SF-36-Fragebögen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten beinhaltet die acht Subskalen sowie die zwei Summenskalen des SF-36.

Für die einzelnen PTS-Gruppen ergaben sich hierbei auffällige Differenzen im Vergleich untereinander sowie im Vergleich zur standardisierten Normpopulation (Abb. 13 bis Abb. 20). Der Mittelwert der Referenzpopulation entspricht dem Wert 50 und wurde in den Abbildungen der Ergebnispräsentation mit einer Strichlinie kenntlich gemacht.



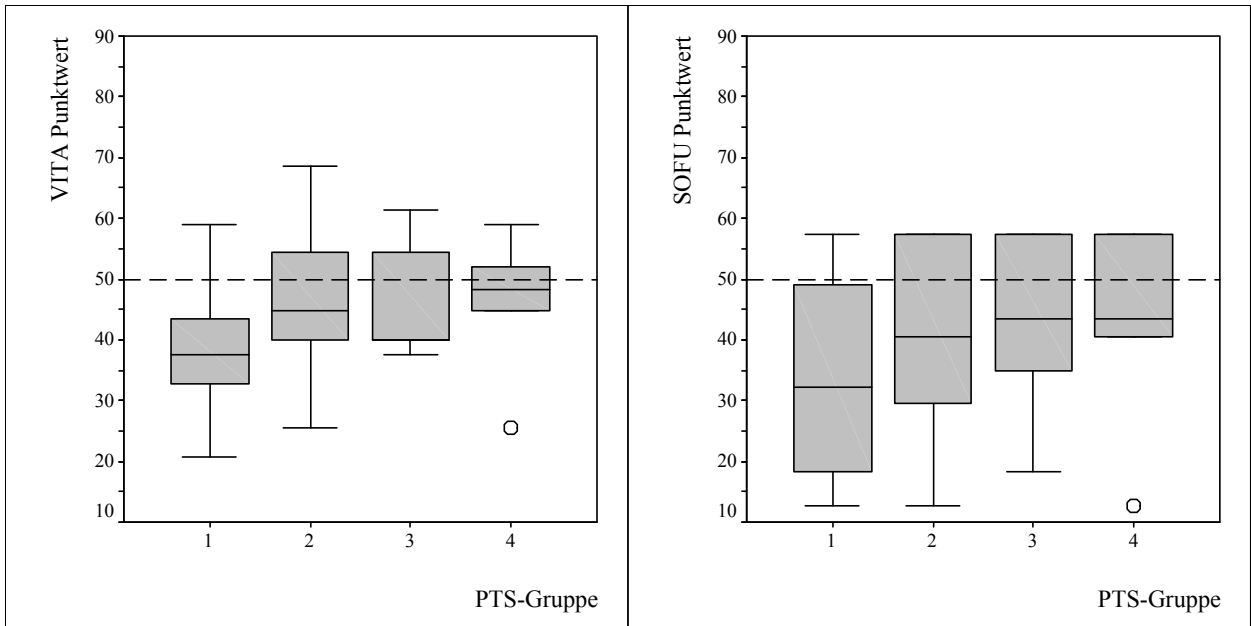
Links Abb. 13: Standardisierte SF-36-Punktwerte der körperlichen Funktionsfähigkeit (KÖFU).

Rechts Abb. 14: Standardisierte SF-36-Punktwerte der körperlichen Rollenfunktion (KÖRO).



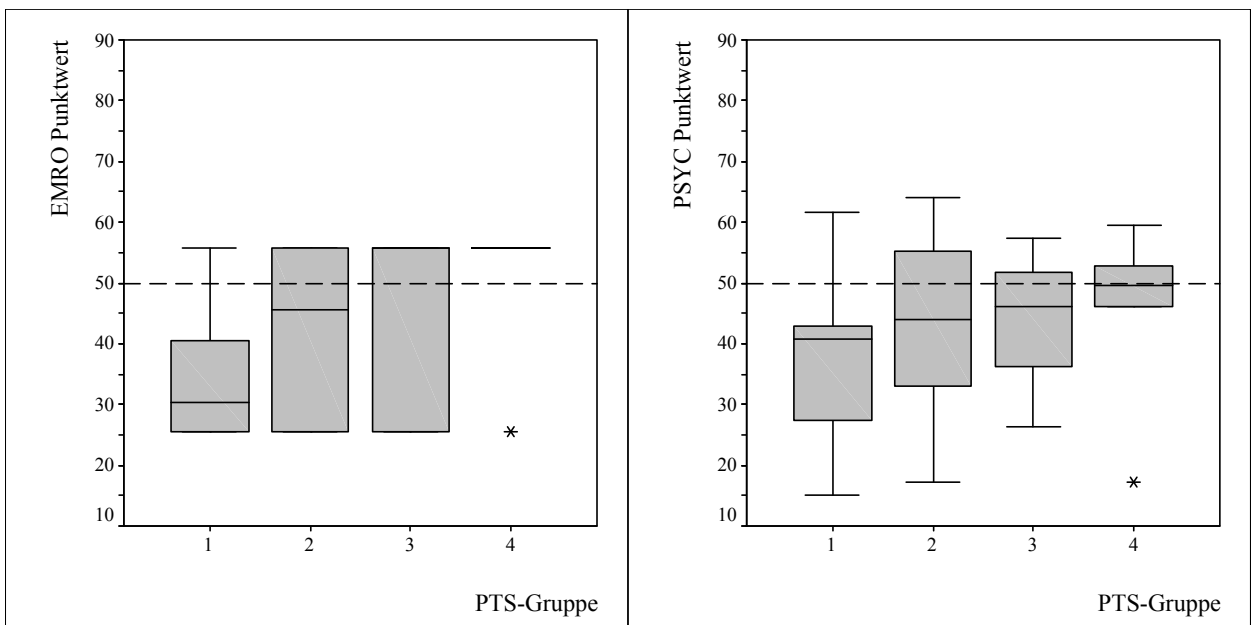
Links Abb. 15: Standardisierte SF-36-Punktwerte des körperlichen Schmerzes (SCHM).

Rechts Abb. 16: Standardisierte SF-36-Punktwerte des allg. Gesundheitszustandes (AGES).



Links Abb. 17: Standardisierte SF-36-Punktwerte der Vitalität und körperlichen Energie (VITA).

Rechts Abb. 18: Standardisierte SF-36-Punktwerte der sozialen Funktionsfähigkeit (SOFU).



Links Abb. 19: Standardisierte SF-36-Punktwerte der emotionalen Rollenfunktion (EMRO).

Rechts Abb. 20: Standardisierte SF-36-Punktwerte des psychischen Wohlbefindens (PSYC).

Gegenüber der Normpopulation ist bis auf eine Ausnahme für die Gruppe der polytraumatisierten Patienten eine Abweichung der Ergebnisse der acht Subdimensionen in negativer Richtung zu erkennen. Innerhalb der Dimension „emotionales Rollenverhalten“ zeigt sich für die PTS-Gruppe 4 eine dezente Abweichung in positiver Richtung. Eine statistische Signifikanz des letztgenannten Ergebnisses konnte nicht nachgewiesen werden. Auffällig ist, dass innerhalb der physischen Subskalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Rollenfunktion“, „körperlicher Schmerz“ und „allgemeiner Gesundheitszustand“ das Maximum des medianen Punktwertes jeweils bei der PTS-Gruppe 2 liegt. Ausgehend vom Mittelwert der PTS-Gruppen lässt sich in allen physischen Subskalen eine Rangfolge aufzeigen. Der PTS-Gruppe 2 folgen dabei in absteigender Richtung PTS-Gruppe 3, PTS-Gruppe 1 und PTS-Gruppe 4. Der physische Gesundheitszustand ist gegenüber der Referenzpopulation signifikant respektive hochsignifikant erniedrigt. Insgesamt ist der physische Gesundheitszustand der Patienten der PTS-Gruppe 4 zugehörig maximal erniedrigt. Der höchste Indexwert des physischen Gesundheitszustands in der Gruppe der polytraumatisierten Patienten wurde für Patienten der PTS-Gruppe 2 registriert.

Von der physischen Komponente des Gesundheitszustandes abweichend präsentieren sich die psychischen Subskalen. Der mediane Punktwert des Lebensqualitätsindex der Subskalen „körperliche Energie“ und „soziale Funktionsfähigkeit“ gipfelt für die PTS-Gruppe 3. Abweichend davon erreichen die Punktwerte der „emotionalen Rollenfunktion“ und des „psychischen Wohlbefindens“ für die PTS-Gruppe 4 ein Höchstmaß. Die Gipfel der medianen Punktwerte sind nahe den Referenzwerten angesiedelt. Das Maximum der „emotionalen Rollenfunktion“ geht als einziger Wert über den Normwert der Referenzpopulation hinaus.

Im Anschluss an die deskriptive Auswertung wurde eine statistische Prüfung auf Signifikanz des Unterschiedes zur Referenzpopulation durchgeführt. Diese ergab signifikant respektive hochsignifikante Unterschiede aller PTS-Gruppen für die Subskalen des physischen Gesundheitszustandes. Signifikant respektive hochsignifikant unterschiedliche Werte ergaben sich ebenfalls für die psychischen Subskalen der PTS-Gruppen 1 und 2. Kein signifikanter Unterschied der Ergebnisse konnte für die psychischen Subskalen der PTS-Gruppen 3 und 4 nachgewiesen werden (Tabelle 2). Die Ergebnisse der einzelnen Subskalen nehmen entsprechend der fixen Berechnungsmatrix unterschiedlich starken Einfluss auf die psychische und physische Summenskala.

Tabelle 2: SF-36-Mittelwerte der Studienpopulation mit Standardabweichung. Darstellung differenziert nach PTS-Gruppen.

	PTS-Gruppe			
	1	2	3	4
Körperliche Funktionsfähigkeit	37,9**±13,8	42,8**±12,7	38,3**±12,8	35,3*±13,6
Körperliches Rollenverhalten	34,3**±10,1	40,6**±12,8	36,8**±12,8	33,4*±11,6
Körperliche Schmerzen	36,8**±11,9	43,1**±12,6	38,2**±10,3	35,9*±11,2
Allg. Gesundheitszustand	39,3**±10,8	44,3*±12,1	39,3**±10,6	35,8*±12,5
Vitalität und Energie	38,3**±10,2	46,2*±10,1	46,3±9,3	46,3±11,3
Soziale Funktionsfähigkeit	34,3**±16,0	40,6**±15,0	44,7±12,9	42,4±16,4
Emotionales Rollenverhalten	34,8**±11,9	42,6**±14,0	42,9±14,5	50,6±12,4
Psychisches Wohlbefinden	36,1**±12,0	44,2*±12,7	44,0*±9,6	45,8±14,7
Körperliche Summenskala	38,3**±10,8	42,7**±11,9	36,6**±11,7	30,6**±10,8
Psychische Summenskala	35,8**±12,7	44,1*±14,1	47,3±12,3	52,4±14,9

**p<0,01; *p<0,05

Der Streuung der Ergebnisse wird mittels unterem und oberem Quartil Ausdruck verliehen (Abb. 13 bis Abb. 20). Auffällig ist, dass das obere Quartil der Subskalen für unterschiedliche PTS-Gruppen die Norm der Referenzpopulation übersteigt. Anhand der Mittelwerte der Subskalen und der dazugehörigen Standardabweichung ist die Spannweite der Ergebnisse mit einer Variation zwischen minimal 9,3 Punkten und maximal 16,4 Punkten zu beziffern (Tabelle 2). Der höchsten Schwankungsbreite unterliegt dabei die Subskala der sozialen Funktionsfähigkeit.

Aufbauend auf die Schätzung der Lage der Abweichung des Gesundheitszustandes unter Verwendung des Mittelwertes der Ergebnisse einzelner Subskalen wurden die Vertrauensintervalle mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit berechnet. Diese ergeben für die PTS-Gruppe 2 die am engsten eingegrenzten Vorhersagewerte der SF-36-Skalen. Zugleich bilden diese Intervalle die Signifikanz der Ergebnisse ab (Tabelle 3). Die größte Intervallbreite zeigt sich für die PTS-Gruppe 4. Innerhalb dieser PTS-Gruppe sowie innerhalb der PTS-Gruppe 3 wird die Null für die psychischen Subskalen im Vertrauensintervall eingeschlossen. Als Konsequenz ergibt sich die fehlende statistische Sicherung der Abweichung der Ergebnisse der Studienpopulation von denen der Referenzpopulation.

Als Besonderheit der statistischen Auswertung der Patientenbefragung sind die körperliche sowie die psychische Summeskala zu akzentuieren.

Tabelle 3: 95%-Konfidenzintervall der SF-36-Skalenwerte der Studienpopulation. Obere = Obere Intervallgrenze; Untere = Untere Intervallgrenze.

	PTS-Gruppe							
	1		2		3		4	
	Untere	Obere	Untere	Obere	Untere	Obere	Untere	Obere
Körperliche Funktionsfähigkeit	-19,4	-4,7	-11,7	-2,8	-18,8	-4,7	-29,0	-0,4
Körperliches Rollenverhalten	-21,1	-10,3	-13,9	-5,0	-20,2	-6,1	-28,7	-4,6
Körperliche Schmerzen	-19,5	-6,8	-11,3	-2,5	-17,5	-6,2	-25,9	-2,3
Allg. Gesundheitszustand	-16,5	-5,0	-9,9	-1,4	-16,6	-4,9	-27,4	-1,1
Vitalität und Energie	-17,1	-6,3	-7,3	-0,3	-8,8	1,4	-15,6	8,2
Soziale Funktionsfähigkeit	-24,3	-7,2	-14,7	-4,2	-12,5	1,8	-24,8	9,7
Emotionales Rollenverhalten	-21,5	-8,8	-12,3	-2,5	-15,2	0,9	-12,4	13,6
Psychisches Wohlbefinden	-20,3	-7,5	-10,2	-1,3	-11,3	-0,7	-19,6	11,2
Körperliche Summenskala	-17,5	-6,0	-11,5	-3,2	-19,9	-7,0	-30,7	-8,1
Psychische Summenskala	-20,9	-7,4	-10,8	-0,9	-9,5	4,2	-13,2	18,0

Körperliche und psychische Summenskala

Anknüpfend an die Ausführungen bezüglich der Subskalen der Patientenbefragung ergibt sich für die Ergebnisse der Summenskalen an der PTS-Gruppierung orientiert ein nahezu indirekt proportionales Bild. Ausgehend von einem stark verminderten Mittelwert des psychischen Summenwertes für die PTS-Gruppe 1 fällt mit steigender PTS-Gruppe eine stetige Steigerung der mittleren psychischen Gesundheit auf. Das arithmetische Mittel übersteigt für die PTS-Gruppe 4 den Referenzwert der Normpopulation. Das Vertrauensintervall für die psychische Summenskala zeigt einen Anstieg des Vorhersagewertes bei steigender Verletzungsschwere an. Für die PTS-Gruppen 3 und 4 ließ sich keine statistische Signifikanz des Unterschiedes zur Referenzpopulation bezüglich der psychischen Summenskala nachweisen. Die Ergebnisse der psychischen Summenskala der PTS-Gruppen 1 und 2 sind jedoch statistisch signifikant unterschiedlich. Eine gering ausgeprägte, hochsignifikante Korrelation ($r=0,321$ bei $p=0,01$) zwischen psychischem Summenwert und der Verletzungsschwere gemessen anhand des PTS ist nachweislich vorhanden.

Im Vergleich zur psychischen Summenskala repräsentiert die physische Summenskala ein nahezu inverses Bild. Ein Maximum des physischen Summenwertes wird für die PTS-Gruppe 2 erreicht. Dieser liegt dezent unterhalb des Wertes der psychischen Summenskala. Ausgehend

von der PTS-Gruppe 2 sinkt der Wert der physischen Summenskala mit steigender Verletzungsschwere. Eine Ausnahme in dieser Betrachtungsweise bildet der Wert für die PTS-Gruppe 1. Dieser präsentiert sich auf einem deutlich geringeren Niveau als der der PTS-Gruppe 2. Derselbe weist eine nahezu gleich große Differenz zu den Werten der PTS-Gruppe 1 und 3 auf. Konsequenz der Beobachtung ist, dass die subjektive Lebensqualität der PTS-Gruppe 1 der Studienpopulation signifikant schlechter als die der PTS-Gruppe 2 ist, das heißt der objektiv stärker verletzten Patientengruppe. Des Weiteren übersteigt innerhalb der PTS-Gruppe 1 der Wert der physischen Summenskala einmalig den Summenwert der psychischen Skala selbiger Gruppe (Abb. 21). Eine signifikante Korrelation zwischen physischer Summenskala und der Verletzungsschwere gemessen anhand des PTS konnte nicht nachgewiesen werden. Hochsignifikant erniedrigt gegenüber den Normwerten der Referenzpopulation sind alle Summenwerte der physischen Skala (Tabelle 2).

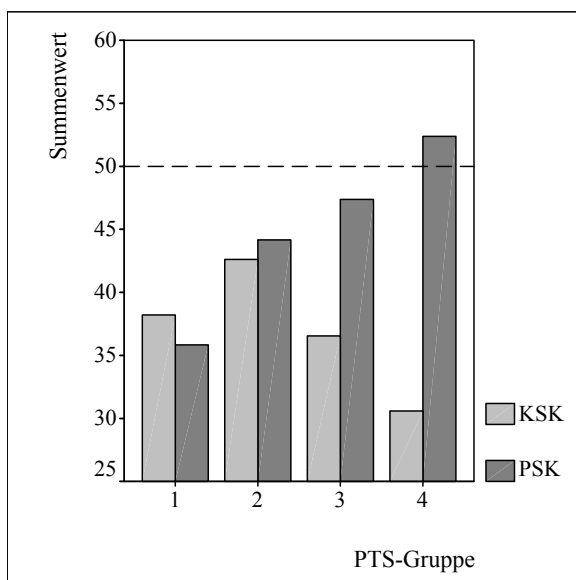


Abb. 21: Mittelwerte der SF-36-Summenskalen. Darstellung differenziert nach PTS-Gruppen. KSK = Körperliche Summenskala; PSK = Psychische Summenskala; Strichlinie = Normwert der Referenzpopulation.

3.7. Abhängigkeit des Lebensqualitätsindex von der Verletzungslokalisierung

Zum Zweck der Beurteilung der Abhängigkeit der Lebensqualität von der Lokalisation der Verletzung und der Beurteilung der radiologischen Notwendigkeit des Nachweises dieser wurden beide Modalitäten mit dem Ziel der Exploration von Unterschieden der Lebensqualität in den verschiedenen Untersuchungsregionen korreliert.

Bezüglich der BG-B zeigten sich für die Untersuchungsregionen Kopf, Gesicht und Thorax ähnliche Werte der psychischen und physischen Summenskala. Im Vergleich zur Gesamtstudienpopulation mit einem Mittelwert der psychischen Summenskala von $43,8 \pm 13,9$ Punkten und der physischen Summenskala von $39,3 \pm 12,0$ Punkten waren keine bedeutenden Unterschiede erkennbar. Eine statistische Prüfung bestätigte den Verdacht des mangelnden Unterschiedes gegenüber der Gesamtstudienpopulation. Die Ergebnisse der Untersuchungsregionen Becken, Abdomen und Wirbelsäule traten dagegen divergent in Erscheinung (Abb. 22). Der Summenwert der physischen Summenskala lag deutlich unter dem Wert der erstgenannten Regionen. Ein statistisch hochsignifikanter Unterschied im Vergleich zur Gesamtstudienpopulation konnte für den Wert des Lebensqualitätsindex der Untersuchungsregionen Becken und Wirbelsäule ermittelt werden (Tabelle 4).

Abweichend zur BG-B treten die Ergebnisse der Untersuchungsregionen Thorax, Abdomen und Wirbelsäule der BG-C nennenswert in Erscheinung. Der Lebensqualitätsindex der Untersuchungsregionen Kopf und Gesicht ist dabei nahe den Werten der Gesamtstudienpopulation gelegen, was bereits für die BG-B beschrieben wurde. Für die Untersuchungsregion Becken konnte aufgrund fehlenden Datenmaterials kein Lebensqualitätsindex berechnet werden. Ausgeprägte Differenzen der Ergebnisse zur Gesamtpopulation wurden für den physischen Summenwert der Untersuchungsregion Wirbelsäule und den psychischen Summenwert der Region Abdomen beobachtet. Diese Differenzen sind statistisch hochsignifikant unterschiedlich von den Ergebnissen der Gesamtstudienpopulation (Tabelle 4). Mit dem Wert von $57,8 \pm 6,8$ Punkten im Bereich Abdomen wurde für die psychische Summenskala ein Maximalwert innerhalb der Studienpopulation erreicht. Dieser rangiert deutlich oberhalb des Referenzwertes der psychischen Summenskala der Normpopulation (Abb. 23) und übersteigt den Höchstwert der PTS-Gruppe 4.

Im Untersuchungsbereich Wirbelsäule wird die körperliche Summenskala durch einen Minimalwert von $27,9 \pm 8,8$ Punkten markiert. Dieser Wert entspricht einem Extremwert. Er unterschreitet sowohl den körperlichen Summenwert der PTS-Gruppe 4 als auch den Normwert der Referenzpopulation. Bezüglich der statistischen Signifikanz der Ergebnisse ist anzumerken, dass der Lebensqualitätsindex sowohl der psychischen Summenskala der Untersuchungsregion Abdomen, als auch der Lebensqualitätsindex der physischen Summenskala des Bereichs Wirbelsäule hochsignifikant unterschiedlich vom arithmetischen Mittel der Gesamtstudienpopulation ist. Signifikant divergent vom Ergebnis der Studienteilnehmer ist ebenfalls die Abweichung des psychischen Summenwertes der Untersuchungsregion Thorax.

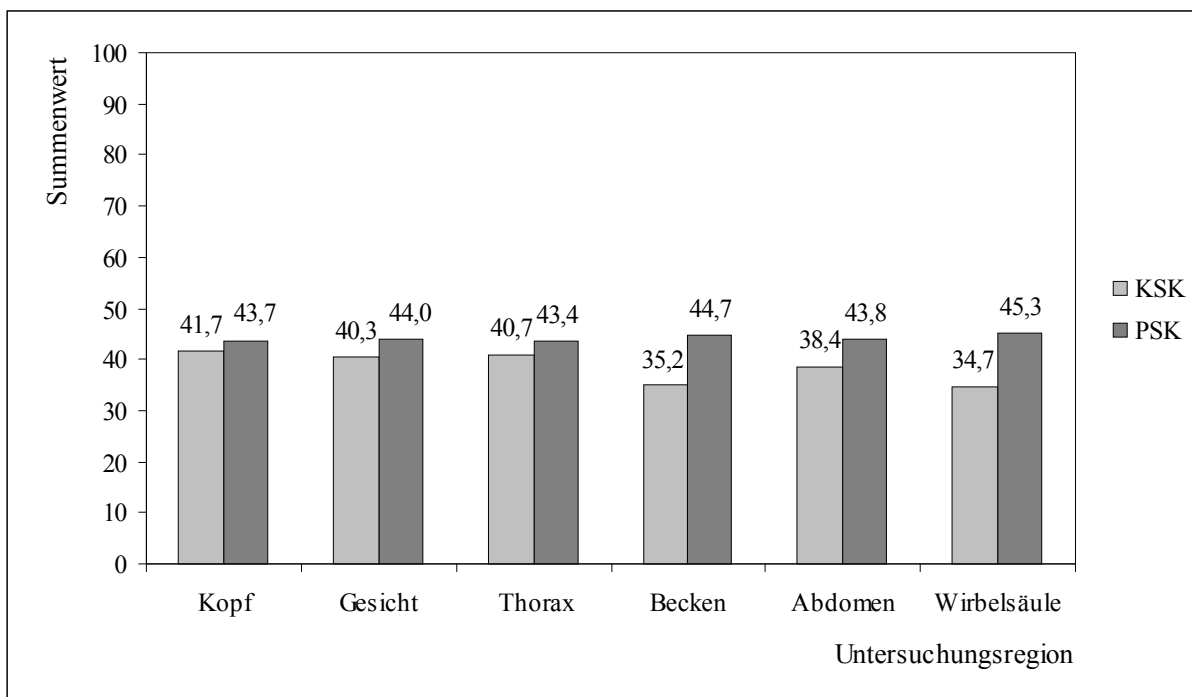


Abb. 22: SF-36-Summenwerte für Patienten mit Befunden der **BG-B**. Darstellung differenziert nach Untersuchungsregionen. KSK = Körperliche Summenskala; PSK = Psychische Summenskala.

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichung der SF-36-Summenskalen. Darstellung differenziert nach Befundgruppen und Untersuchungsregionen. Geprüft wurde auf Unterschiede vom Mittelwert der Studienpopulation. KSK = Körperliche Summenskala; PSK = Psychische Summenskala; k. W. = Kein Wert vorhanden.

	BG-B		BG-C	
	PSK	KSK	PSK	KSK
Kopf	43,7±15,0	41,7±12,4	42,9±15,5	42,1±12,5
Gesicht	44,0±14,1	40,3±13,5	42,6±11,7	39,4±14,5
Thorax	43,4±12,8	40,7±12,9	47,3*±12,2	37,2±12,1
Becken	44,7±14,6	35,2**±9,4	k. W.	k. W.
Abdomen	43,8±14,7	38,4±12,5	57,8**±6,8	42,5±9,8
Wirbelsäule	45,3±12,1	34,7**±10,8	43,5±12,2	27,9**±8,8

**p<0,01; *p<0,05

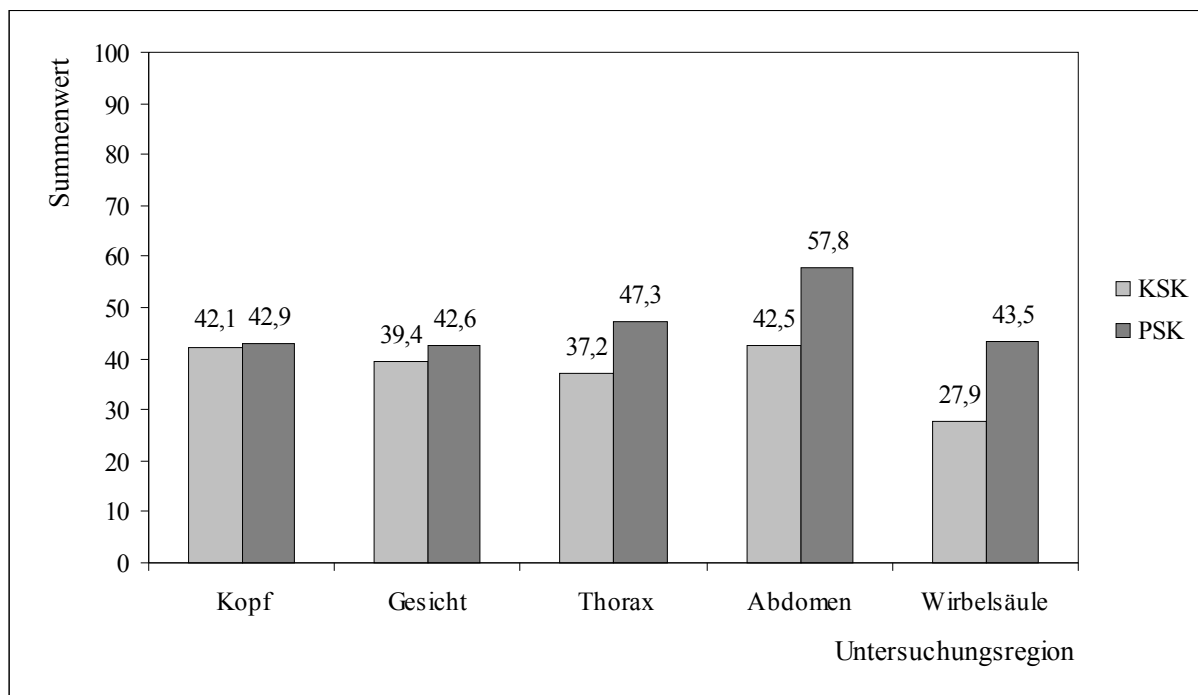


Abb. 23: SF-36-Summenwerte für Patienten mit Befunden der **BG-C**. Darstellung differenziert nach Untersuchungsregionen. KSK = körperliche Summenskala; PSK = psychische Summenskala.

4. Diskussion

Die Evaluation diagnostischer Maßnahmen in der Radiologie ist stark verbreitet. Auch mit der polytraumatischen Erkrankung aus radiologischer Sicht beschäftigt sich eine Vielzahl von Veröffentlichungen. Die daraus resultierende stetige Verbesserung der Notfall- und Akutversorgung und die gleichzeitige Umsetzung von Erkenntnissen aus der unfallchirurgischen Forschung münden in einer kontinuierlichen Minderung der Mortalität schwer und mehrfach verletzter Patienten. Somit rückt zunehmend die Frage wie ein Patient überlebt, unter Verdrängung der Frage ob ein Patient überlebt, in den Fokus des Interesses (64). Obwohl die Lebensqualität von Patienten in Nachuntersuchungsstudien der vergangenen Jahre zunehmend thematisiert wurde, bleibt ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener Studien schwierig. Zum einen ist als Ursache die Verwendung von selbst entworfenen Fragebögen ohne ausreichende Validierung anzuführen, zum anderen ist der Begriff „Lebensqualität“ bei verschiedenen Autoren unterschiedlich definiert. Dem entgegenwirkend orientiert sich die vorliegende Arbeit an der Definition der Lebensqualität der WHO. Der vorgeschlagenen Multidimensionalität wird mit der Verwendung des international anerkannten und für Deutschland validierten SF-36-Fragebogen Rechnung getragen. Dieser bietet sich für die Beurteilung der polytraumatischen Erkrankung an, da es sich um ein globales psychometrisches Erfassungsinstrument handelt. Die Lebensqualität wird krankheitsübergreifend erfasst, was die Beurteilung von Patienten mit unterschiedlichen Erkrankungsarten ermöglicht, wie sie beim heterogenen Patientenkollektiv polytraumatisierter Patienten zu finden sind. Ein validiertes modulares Erfassungsinstrument bezüglich der polytraumatischen Erkrankung liegt bis zum Abschluss dieser Studie nicht vor. In der Entwicklung befindet sich der POLYtrauma-Outcome-Chart der AG Polytrauma der DGU (63). Der SF-36-Fragebogen ist darin als Kerninstrument enthalten.

4.1. Studiendesign

Die vorliegende Arbeit wurde als retrospektive Querschnittsuntersuchung durchgeführt. Dieser epidemiologische Studientyp war bei dem vorhandenen Datenmaterial das adäquate und realistische Studiendesign, um die Studienziele zu erreichen: Der Nachweis von therapeutisch und ökonomisch relevanten Zusatzinformationen bei Durchführung der Rush-CT in der Diagnostik einer polytraumatischen Erkrankung von Patienten im Vergleich zur konventionellen Röntgentechnik respektive Sonographie des Abdomen sowie der Nachweis der Einbuße an Lebensquali-

tät als Folge der polytraumatischen Erkrankung ein Jahr nach stattgehabter Traumatisierung wurden erreicht. Das Design eignet sich besonders für die Exploration klinischer Phänomene zu einem festen Zeitpunkt, das heißt die Konsequenzen des alltäglichen Versorgungsgeschehens wurden abgebildet und nicht ein durch Studienbedingungen verzerrtes Inanspruchnahmeverhalten.

Die Patienten wurden aus dem Patientengut der Charité – Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow-Klinikum, einem Unfallschwerpunktzentrum Level 1, rekrutiert. Dieses Vorgehen kann die Grundlage eines Selektions-Bias sein. Mit dem Wissen, dass das Rettungsteam die Auswahl des Zentrums entsprechend des Einzugsgebietes trifft, bleibt eine mögliche Verzerrung aufgrund der euphemistischen Auswahl von Patienten durch das monozentrische Studiendesign gering. Ein Unterschied zu nicht spezialisierten Versorgungseinrichtungen mag jedoch darin bestehen, dass im Studienzentrum derartiges Patientengut häufig behandelt wird. Da der Erfolg von durchgeführten Maßnahmen vor allem von chirurgischen Eingriffen als eng korreliert mit der Häufigkeit der durchgeführten Maßnahmen durch den Behandelnden angesehen wird, ist von einer bedingten Übertragbarkeit der Ergebnisse auf nicht spezialisierte Versorgungseinrichtungen auszugehen, wo eine derartige Patientenversorgung nicht zu den Routinemaßnahmen gehört. Am Anteil der Patienten, bei denen sich der anfängliche Verdacht einer polytraumatischen Erkrankung nach erfolgter diagnostischer Abklärung nicht bestätigen ließ, ist zu erkennen, dass die Auswahl der Patienten in dieser Studie nicht auf besondere Härtefälle beschränkt blieb.

Die differenzierte Darstellung der Ergebnisse nach dem Informationsgehalt und dem Grad der vitalen Bedrohlichkeit für den Patienten entspricht dem vorsichtigen Versuch, den Einfluss der Mehrinformation durch die Computertomographie auf die klinische Situation des Patienten herauszuarbeiten. Im Vergleich zu vorhergehenden Studien ist die Anlehnung der Bewertung des CT-basierenden Informationszugewinns an das ATLS[®]-Protokoll des American College of Surgeons Committee on Trauma besonders hervorzuheben. Erreicht wurde somit eine vergleichbare und nachvollziehbare Basis auf Grundlage eines anerkannten Standards. Das ATLS[®]-Protokoll kam singulär bereits in vereinzelt Arbeiten zum Einsatz, die als Schwerpunkt einzelne Untersuchungsregionen bearbeiten (54,94). Eine diesbezügliche allumfassende Darstellung der polytraumatischen Erkrankung mit Einbeziehung der posttraumatischen Lebensqualität fehlt jedoch bisher. Während im Regelfall bei vergleichenden Analysen der Untersuchungsmodalitäten Computertomographie und konventionelles Röntgen respektive Sonographie des Abdomens zwischen Zusatzinformationen und neuen Informationen durch die CT unterschieden wird, bleibt

der Informationsgehalt bezüglich der Vitalbedrohung weitestgehend unberührt (2). Anzumerken bezüglich der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen ist, dass die Möglichkeit eines Informations-Bias gegeben ist. Im Allgemeinen ist dies bei Verfahren, die eine Interpretation der Ergebnisse bedürfen, zu erwarten. Die Kenntnis des Resultats der zu untersuchenden Modalität kann somit zu einer Beeinflussung der Beurteilung des Ergebnisses führen. Die Gefahr des Informations-Bias wurde in der vorliegenden Arbeit minimiert, indem die Beurteilung der Ergebnisse von verschiedenen, unabhängigen Ärzten vorgenommen wurde. Zum Einsatz kamen zwei Vertreter der radiologischen und ein Vertreter der unfallchirurgischen Fachdisziplin. Eine kritische Überprüfung von Abweichungen der Interpretationsergebnisse wurde in Zusammenarbeit aller Mitwirkenden durchgeführt, was konsekutiv in jedem Fall zu einem Konsens führte.

Die Einteilung der Patienten in Polytrauma-Schweregradgruppen beruht auf der standardisierten Dokumentation vom Not- und Rettungsstellenarzt (vgl. 2.4). Die Dokumentation radiologischer Untersuchungsbefunde erfolgte jeweils durch den Radiologen im Dienst. Somit war die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse möglicherweise nicht nach einem einheitlichen Standard durchgeführt worden. Unterschiedliche Dokumentationsgenauigkeit, Befundinterpretation oder Ähnliches könnten zu einer unterschiedlichen Dokumentationskonsistenz geführt haben.

Die Ermittlung der Lebensqualität in dieser Studie beruht vollständig auf den Angaben der Patienten, wie es für rehabilitationswissenschaftliche Arbeiten üblich ist (71). Dabei wurde der Fragebogen SF-36 zur Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität verwendet. Bei fehlendem Rücklauf wurde eine telefonische Nachbefragung durchgeführt. Einzelne fehlende Werte wurden entsprechend den Leitlinien zur Auswertung des Fragebogens SF-36 behandelt (vgl. 2.5). Insgesamt wurde ein Rücklauf an Fragebögen von 37,5% (n=75) erreicht. Bei der Feststellung der Lebensqualität der Studienpopulation kann somit eine Verzerrung der Ergebnisse durch fehlende Angaben einer Patientengruppe nicht ausgeschlossen werden. Methodisch ursächlich für ein mögliches Non-Responder-Bias wird das Beifügen eines unfreien Rückumschlages angesehen. Die telefonische Nachbefragung betreffend wurden als Ursache für Non-Response vor allem Vergesslichkeit und mangelndes Interesse eruiert. Diese Beobachtung lässt sich mit den Erkenntnissen aus epidemiologischen Arbeiten vereinbaren (34). Kotaniemi et al. (34) berichten darüber hinaus, dass es sich bei Non-Respondern vor allem um junge männliche Personen handelt. Aufgrund des durchschnittlichen Alters der Studienpopulation von $39,6 \pm 18,9$ Jahren mit einem prozentualen Anteil männlicher Studienteilnehmer von 73,1% ist die hohe Anzahl an Non-Respondern ebenfalls epidemiologisch begründbar. In der Gruppe der polytraumatisch erkrankten Patienten sind darüber hinaus als ursächlich für die fehlende Teilnahme an der Befra-

gung Scham, depressive Stimmungslage und mangelnde funktionelle Möglichkeiten zu vermuten. Anzumerken ist, dass eine Fremdbeurteilung der Patienten beispielsweise durch Angehörige oder Pflegepersonal nicht Gegenstand dieser Untersuchung war.

In Kapitel 2.3 wurde die Befundzuordnung zu den verschiedenen Befundgruppen beschrieben. Zu beachten ist, dass die Patienten mit mehr als einem beobachteten Befund in jeweils einer Untersuchungsregion primär entsprechend der höchsten Befundklasse kategorisiert wurden. Patienten mit beispielsweise jeweils einem Befund der Klasse 1 und 3 der Region Thorax wurden in der Auswertungsstatistik in der Befundklasse 3 geführt. Sekundär wurde entsprechend der Befundgruppe selektiert. Die Klassifizierung der radiologischen Ergebnisse basiert somit primär auf der Vitalbedrohung der gesicherten Befunde. Diese unvermeidbare Unschärfe zum Zweck der Auswertung ist bei der Betrachtung der Ergebnisse und speziell der Befundgruppierung zu beachten.

Hinsichtlich der Quantifizierung der Verletzungsschwere der polytraumatisierten Patienten sei erwähnt, dass in der vorliegenden Arbeit ebendiese durch den Hannoverschen Polytraumaschlüssel vorgenommen wurde. Der PTS wird in der Rettungsstelle der Charité – Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow-Klinikum standardmäßig für jeden Patienten mit Verdacht auf eine polytraumatische Erkrankung erhoben (vgl. 2.4). Während im deutschen Sprachraum vor allem der PTS verwendet wird, findet im anglo-amerikanischen Sprachraum vor allem der ISS („Injury Severity Score“) Anwendung. Darüber hinaus existieren weitere anatomisch oder klinisch orientierte Polytrauma-Scores, wie beispielsweise der AIS („Abbreviated Injury Scale“) oder der TIS („Traumaindex nach Schreinlechner“) (18). Dabei wurde die Auswahl des PTS nicht anhand der Frage entschieden, welcher der bessere Score ist. Vor dem Hintergrund, dass für alle gängigen, zum Zeitpunkt dieser Arbeit vorhandenen Polytrauma-Scores verschiedene Arten von Fehlern in der Literatur beschrieben waren, wurde vielmehr das Ziel der Charakterisierung des Patientenkollektivs mit dem Vergleich von Ergebnissen bestehender Arbeiten verfolgt. Der PTS bietet zudem eine gute Beschreibung des Patientenkollektivs bei größeren Fallzahlen durch das arithmetische Mittel. Eine Fallzahl von 275 Patienten wird als ausreichend groß erachtet (18). Die Verwendung eines Scores allein genügt jedoch nicht für den Vergleich zwischen Patientenkollektiven mit der geforderten Genauigkeit. Diese bedarf zusätzlich der Angabe von Verletzungshäufigkeiten, um dem Einfluss spezieller Verletzungsmuster Rechnung zu tragen (18,106). Daher sind primär als ursächlich für eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der Studienergebnisse

mit bestehenden Arbeiten die Verwendung von unterschiedlichen Polytraumascoring und mangelnde Spezifizierung der Verletzungsmuster anzusehen.

4.2. Allgemeine und medizinische Analyse

In der medizinischen Wissenschaft sind verschiedene Definitionen des Begriffs Polytrauma existent (vgl. 1.2). Die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Definition nach Trentz (76,83) bezieht im Gegensatz zur oftmals verwendeten Begriffsbestimmung nach Tscherne (96) das pathophysiologische Geschehen vermehrt mit ein. Eine konsekutive systemische Reaktion, die zur Funktionseinschränkung oder zum Versagen von primär nicht verletzten Organen mit vitaler Bedrohung führt, ist deren Inhalt. Während in der posttraumatischen Frühphase Massenblutungen und akutes Nierenversagen aufgrund von Volumenmangel als führende Todesursachen beschrieben werden, sieht man sich in der postprimären Phase mit sekundären Komplikationen wie dem Multiorganversagen (MOV) und dem Adult Respiratory Distress Syndrom (ARDS) konfrontiert. Epidemiologisch wird dabei der „*first hit*“ vom „*second hit*“ abgegrenzt, was ebenfalls als „*two-hit theory*“ beschrieben wird. Als *first hit* werden direkte Traumafolgen wie z.B. Frakturen oder Weichteilverletzungen bezeichnet, wohingegen als *second hit* endogene und exogene Faktoren wie beispielsweise die Reaktion auf abgestorbenes Gewebe respektive operative Eingriffe angesehen werden. Im Rahmen des *first hit* wird eine systemische Entzündungsreaktion initiiert, das *systemic inflammatory response syndrome* (SIRS). Durch den *second hit* wird dieses in der Intensität noch gesteigert. Überschießende immunologische Prozesse führen als Konsequenz der SIRS aufgrund von Störungen der Mikroarchitektur von Zellen bei einer Vielzahl von Patienten zum klinischen Bild eines MOV. Auf Einzelheiten der Zytopathologie sei an dieser Stelle zweckmäßig verzichtet. Andererseits wird zeitgleich zur Ausschüttung von proinflammatorischen Zytokinen die Freigabe von anti-inflammatorischen Zytokinen begonnen. Ein Überschießen dieser Substanzen führt zeitversetzt zur SIRS zum *compensatory anti-inflammatory response syndrome* (CARS) mit Sepsis und folgendem MOV. Demnach ist das MOV die Folge einer Imbalance von pro- und anti-inflammatorischen Mechanismen. Über die Häufigkeit des Auftretens von MOV herrscht in der medizinischen Fachpresse keine einheitliche Meinung. Als gesichert gilt, dass das MOV führende Ursache des postprimären Todes ist (31,49,56). Daraus resultiert die zeitgemäße Verwendung der Begriffsdefinition nach Trentz der vorliegenden Arbeit. Diese kollidiert in einigen Punkten mit der Verwendung des PTS, dessen struktureller Aufbau die Berücksichtigung des *second hit* nicht gewährleistet. Weiterhin verwen-

den einige Autoren einen cut-off des Punktwertes des jeweils verwendeten Scores zur eindeutigen Definition einer polytraumatischen Erkrankung. Unter Berücksichtigung der beschriebenen pathophysiologischen Erkenntnisse wurde auf eine Abgrenzung anhand eines vordefinierten PTS-Wertes verzichtet. Durch die Ergebnisse der Analyse der ITS-Liegedauer lässt sich die Korrektheit dieses Vorgehens bestätigen. Während das arithmetische Mittel der ITS-Liegedauer der PTS-Gruppe 1 bei 3,9 Tagen und das der PTS-Gruppe 2 bei 10,5 Tagen lag, waren in diesen Gruppen einzelne Patienten bis zum 7-fachen der mittleren Liegezeit auf der ITS untergebracht. Anzumerken ist ebenfalls, dass das Maximum der ITS-Liegedauer von 57 Tagen für einen Patienten der PTS-Gruppe 2 beobachtet wurde. Diese Erscheinung bleibt als Ausdruck der unzureichenden Möglichkeit, den einzelnen Patienten mittels PTS zu beschreiben, bestehen. Weiterhin ist als Ansatzpunkt zukünftiger Studien die Einführung eines Polytrauma-Score-Systems wünschenswert, bei dem neben den genannten Faktoren die pathophysiologischen Komponenten der polytraumatischen Erkrankung stärkere Berücksichtigung finden. Zudem besteht im klinischen Alltag die Gefahr, dass eindrucksvolle äußere Verletzungen, die in der Akutsituation nicht zwangsläufig die vital gefährdenden sind, mit hohem Aufwand therapiert werden, wohingegen wenig imponierende oder okkulte Verletzungen verkannt oder vernachlässigt werden. Die vollständige Evaluation der polytraumatischen Erkrankung in der Initialphase bedarf daher der Einbeziehung aller Patienten, die entsprechend den geltenden Leitlinien der DGU mit dem Verdacht auf eine bestehende polytraumatische Erkrankung in die Rettungsstelle eingeliefert wurden und nicht die Fokussierung auf idealisierte schwerstbetroffene polytraumatisierte Patientenpopulationen (44). Neben der Evaluation diagnostischer Maßnahmen ergibt sich auf Grundlage des Datenmaterials die Möglichkeit der Qualitätsüberprüfung geltender Leitlinien in Bezug auf die Äußerung des Verdachts einer bestehenden polytraumatischen Erkrankung. Ebendieses war nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Deutlich werden die gestiegenen Anforderungen an Diagnostik und Therapie, aber auch der Fortschritt selbiger. Während Regel et al. (70) den Anteil der verstorbenen Patienten am Gesamtkollektiv im Jahr 1972 mit 40% und 1991 mit 18% beziffert, beobachteten Matthes et al. (50) 1998 eine Frühletalität (≤ 24 h) bei 8,6% der Patienten. Die Letalität der polytraumatischen Erkrankung im eigenen Patientenkollektiv betrug 13,8%. Von den 275 untersuchten Patienten verstarben 7,6% der Patienten innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall.

Ein Anstieg der Letalität in Zusammenhang mit einer Zunahme der Verletzungsschwere polytraumatisierter Patienten wurde beobachtet (vgl. Abb. 3). Die eindeutige Korrelation von Verletzungsschwere und Sterberate wurde bereits von Regel et al. (70) beschrieben. Vor allem das

Auftreten von Verletzungen in bestimmten einzelnen Körperregionen sowie die Zunahme der Anzahl von beteiligten Körperregionen waren für die hohe Frühletalität verantwortlich. Verletzungen der Untersuchungsregion Kopf galten als prognostisch besonders ungünstig.

4.3. Radiologische Befunde

Ganzheitliche Berichte über den Vergleich konventioneller Röntgendiagnostik respektive Sonographie des Abdomens mit routinemäßig durchgeführter 16-Zeilen-Ganzkörper-Spiral-CT liegen nach dem Wissensstand des Autors bis zum Abschluss der vorliegenden Arbeit nicht vor. Albrecht et al. (2) verglichen die Ganzkörper-Spiral-CT in Einzeilentechnik im Routineeinsatz mit der konventionellen Projektionsradiographie respektive Abdomensonographie. Die genannten Methoden vergleichenden Evaluationen bei der polytraumatischen Erkrankung beschränken sich auf einzelne Körperregionen. Darüber hinaus ist bei verschiedenen Arbeiten festzustellen, dass sich die Indikationen zur Durchführung der CT aus den Ergebnissen vorheriger radiologischer Maßnahmen ableiten.

Die 16-Zeilen-Ganzkörper-Spiral-CT erlaubt eine umfassende und zeiteffiziente Beurteilung des Schädels und des Körperstammes. Während vor Einführung der CT in die Routinediagnostik der polytraumatischen Erkrankung die Indikation zur CT einzelner Körperabschnitte anhand der klinischen Situation gestellt wurde, wird die Durchführung der heute verwendeten MSCT nur in Ausnahmefälle ausgesetzt. Ursächlich dafür kann der zwingende Handlungsbedarf zur Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen des Patienten sein, wie beispielsweise Reanimationsmaßnahmen, der die Unterbringung des Patienten in der Untersuchungsapparatur nicht zulässt. Nach heutigem Kenntnisstand wird die Durchführung der MSCT zum nächstmöglichen Zeitpunkt angestrebt (3,6,60).

Der Zeitaufwand radiologischer Diagnostik wurde in der vorliegenden Studie aufgrund des retrospektiven Studiendesigns nicht ermittelt. Heyer et al. (28) publizierten eigens gewonnene Daten für die Anwendung der 16-Zeilen-Spiral-CT-Technik. Dabei ermittelten sie einen durchschnittlichen Zeitaufwand von $8,0 \pm 3,3$ Minuten reiner Scanzeit. Die Gesamtverweildauer im CT-Untersuchungsraum geben Heyer et al. mit $24,5 \pm 7,1$ Minuten an. Dabei entfallen durchschnittlich $16,5 \pm 6,5$ Minuten auf die Lagerung des Patienten. Die Zeitdauer bis zum ersten Befund wird mit $16,4 \pm 4,7$ Minuten angegeben. Die Zeitdauer bei Verwendung der CT mit Einzeilentechnik bis zum Vorhandensein des ersten Bildes wird in der Literatur mit durchschnittlich 28 Minuten

beifiziert, wobei selbige bei Verwendung der 4-Zeilen-Spiral-CT mit 16 Minuten angegeben wird (33). Ein Zeitgewinn durch die Einführung der 16-Zeilen-Spiral-CT ist somit nicht durch eine Verkürzung der Scanzeit zu erklären. Die Verkürzung der Untersuchungszeit bei Einführung der 16-Zeilen-Spiral-CT wird vielmehr durch Verwendung modernerer EDV-Technik realisiert. Im Zusammenhang mit der 16-Zeilen-Spiral-CT, die den Vorteil der höheren Ortsauflösung in Z-Richtung birgt, was einer Verbesserung der diagnostischen Qualität bei der multiplanaren Rekonstruktion des Datenmaterials entspricht, kann somit eine Verkürzung der Zeitdauer bis zum endgültigen Befund erreicht werden. Heyer et al. (28) geben den diesbezüglichen Zeitrahmen mit $33,9 \pm 22,9$ Minuten an. Das größte Einsparpotential lässt sich daher in der Umlagerung des Patienten vermuten (27). Anzumerken ist, dass vor Einführung der CT in den Schockraumalgorithmus die Indikation zur Untersuchung einzelner Körpersegmente anhand der klinischen Situation gestellt wurde. Als Beispiele sind Untersuchungen von Patienten anzuführen, deren Vigilanzzustand eine suffiziente klinische Beurteilung nicht zulässt und eine alleinige Durchführung konventioneller Röntgentechnik nicht die geforderte diagnostische Sicherheit bietet. Leidner et al. (37) berichten vom Nachweis intrakranieller Verletzungen bei circa 25% der Patienten ohne klinische Zeichen einer Kopfverletzung. Unter anderem vor diesem Hintergrund ist das beschriebene Vorgehen heute jedoch obsolet. Die erneute Umlagerung des Patienten zur Durchführung ergänzender diagnostischer Maßnahmen, beispielsweise der CT, bei sekundärer Zustandsverschlechterung führte zu erheblichem Zeitverlust innerhalb der „golden hour of shock“. Durch den Einsatz der Ganzkörper-CT kann die Erstdiagnosestellung deutlich verkürzt und somit die Gefahr von Sekundärschäden verringert werden. Rieger et al. (73) zeigten, dass das Erstellen von zwei oder mehr konventionellen Röntgenaufnahmen im Vergleich zur Thoraxübersichtsaufnahme den Beginn der computertomographisch gestützten Diagnostik circa 20 Minuten verzögert. Daneben ist mit Einführung der CT in die Routinediagnostik die Möglichkeit der Detektion von initial nicht vermuteten Verletzungen gegeben.

Kopf

Das Schädel-Hirn-Trauma ist der Hauptprognosefaktor für Morbidität und Mortalität nach einem Unfallereignis. Die Wahrscheinlichkeit zu versterben steigt mit der Zunahme von Verletzungen und der Anzahl betroffener Körperregionen (56). Bouillon et al. (9) zeigten, dass der Kombination aus Kopf- und Thoraxverletzungen die höchste prognostische Bedeutung für das Versterben der Patienten zukommt. Die Kombination von detektierten Zusatzinformationen der Untersu-

chungsregionen Kopf und Thorax wurde bei 104 Patienten (37,8%) beobachtet (vgl. Abb. 10). In der Literatur werden von anderen Forschungsgruppen nach Analyse der Verletzungsmuster sowohl Kopf- als auch Thoraxverletzungen bei 51-69% der polytraumatisierten Patienten beschrieben (56,94).

Zu differenzieren sind primäre Läsionen infolge direkter Gewalteinwirkung, die zu fokalen Verletzungen wie Frakturen, Blutungen und Kontusionen führen und solche, die indirekt als Folge einer Gewalteinwirkung entstehen. Diese führen aufgrund von auftretenden Scherkräften bei Akzelerations- oder Dezelerationstraumata zu diffuser axonaler Schädigung (36). Sicher diagnostizierbar durch konventionelle Projektionsradiographie ist nur ein Teil der vorliegenden ossären Verletzungen. Das Vorhandensein intrakranieller Weichteilprozesse kann nur erahnt werden. Heinzelmann et al. (23) geben für den Nachweis einer bestehenden Schädelfraktur bei im CT nachweislich vorhandener intrakranieller Blutung (ICB) eine Sensitivität von 38% an. Die Analyse zeigte 83 Zusatzbefunde (BG-B) bei 22 der untersuchten Patienten (8,0%) sowie 313 Neubefunde (BG-C) bei 128 der untersuchten Patienten (46,6%). Dies entspricht im Vergleich mit anderen Untersuchungsregionen einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Befunden der BG-C. Leidner et al. (37) beobachteten in einer Gruppe polytraumatisierter Patienten ohne klinische Zeichen einer Kopfverletzung bei 25% der Untersuchten intrakranielle Verletzungen. Eine vollständige Evaluation mit Beurteilung des genauen Ausmaßes und genauer Lokalisation vorliegender Schäden intrakranieller Weichteilstrukturen ermöglichte nur die MSCT. Bezüglich der therapeutischen Relevanz der Beobachtungen wurde festgestellt, dass innerhalb dieser Untersuchungsregion vorwiegend Zusatzbefunde (BG-B) der Klasse 2 sowie Neubefunde (BG-C) der Klasse 3 auftraten. Primär morphologische Gewebeschäden wie Gefäßrupturen oder Kontusionen sind auf unmittelbare mechanische Gewalteinwirkung zurückzuführen. Prognostisch von Bedeutung sind daneben sekundär, ischämisch bedingte Hirnschäden, ausgelöst durch ödematöse Hirnschwellungen sowie intrazerebrale Vasokonstriktion (31,56). Der Einsatz der CT in Mehrzeilenteknik bei der frühen radiologischen Diagnostik des polytraumatisierten Patienten erscheint sinnvoll.

Methodisch vernachlässigt wurde ein Großteil der Zusatzbefunde, die in Kombination mit Neubefunden auftraten. Die Anzahl von 83 Zusatzbefunden im Untersuchungsbereich Kopf ist daher als zu gering einzuschätzen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Frakturen des Schädels, die durch die konventionelle Radiographie diagnostiziert wurden und mit Verletzungen von Weichteilstrukturen oder Hämatomen einhergingen.

Gesichtsschädel

Im Bereich der Mund-Kiefer-Gesichts-Region lag der Schwerpunkt radiologischer Diagnostik auf der Detektion ossärer Verletzungen. Das Gros der Verletzungen wurde durch die konventionelle Projektionsradiographie diagnostiziert. Es wurden 175 Zusatzbefunde (BG-B) bei 76 Patienten und 21 Neubefunde (BG-C) bei 18 Patienten beobachtet (vgl. 3.2). Für ossäre Verletzungen im Bereich der Sinus mit Einblutungen in diese, einige orbitale Verletzungen sowie Prozesse im Bereich des Kiefergelenks war zur Diagnosestellung die CT notwendig. Auch traumatisch bedingte Weichteilläsionen wurden diagnostiziert. Die gleichzeitige und zeiteffiziente Begutachtung von knöchernen Strukturen und von Weichteilgewebe wird als größter Vorteil der CT angesehen (57).

Als Grundlage für eine optimale Therapie gilt die komplette Charakterisierung des Frakturtyps sowie der Nachweis aller potentiell vorliegenden Komplikationen (97). Als Schwierigkeit einer optimalen Therapieplanung stellen sich komplexe Frakturen des Gesichtsschädels nach Verkehrsunfällen dar, die sich zu keinem klassischen Frakturmuster zuordnen lassen. Aufgrund von Begleiterscheinungen im Akutfall wie Schwellungen oder Blutungen kann die komplette Charakterisierung sowie der Nachweis aller vorliegenden Komplikationen erst nach radiologischer Beurteilung erreicht werden. Ermittelt wurden durchschnittlich 2,3 Zusatzbefunde pro betroffenem Patienten. Dies belegt, dass mehrheitlich multiple Verletzungen der Mund-Kiefer-Gesichts-Partie vorlagen. Die weitere Analyse der Untersuchungsergebnisse zeigte, dass der größte Schwachpunkt der konventionellen Projektionsradiographie im Vergleich zur Computertomographie nicht die fehlende Darstellungsmöglichkeit der Verletzungen ist, sondern vielmehr eine unzureichende Beschreibung der vorhandenen Läsionen vorlag (vgl. 3.2). Bei der Mehrzahl der Ergebnisse lag eine Unterbefundung vor. Multiple und komplexe Verletzungen begünstigen die Unterbefundung. Insgesamt wurden bei 34,2% der untersuchten Patienten Zusatzinformationen festgestellt. Ursächlich verantwortlich war zum einen das Fehlen räumlicher Informationen (57,101). Zum anderen konnte in der Mehrzahl der Fälle keine exakte Einstellung des Untersuchungsfeldes vorgenommen werden. Letztgenanntes ist Ausdruck der klinischen Situation des Patienten sowie des Handlungsbedarfs im Schockraum. Die Ergebnisse entsprechen den Angaben von Turetschek et al. (97). Der primäre Einsatz der Spiral-CT erscheint hinsichtlich des Informationsgewinns bezüglich der Therapieplanung der Mund-Kiefer-Gesichts-Verletzungen, auch vor dem Hintergrund einer Triage, sinnvoll. Darüber hinaus gelingt der Nachweis von Fremdkörpern aufgrund der Kontrastverhältnisse des CT deutlich besser.

Die therapeutische Relevanz der Befunde betreffend wurde festgestellt, dass die Mehrzahl der erhobenen Befunde der Befundgruppen B und C zwar keine akute Vitalbedrohung beinhalteten, jedoch eine von ihnen ausgehende potentiell lebensbedrohliche Situation zu erkennen war (vgl. Abb. 8 und Abb. 9). Dabei ist auf die Vielzahl möglicher funktioneller Einschränkungen infolge von Verletzungen in dieser Körperregion hinzuweisen, die insgesamt zu erheblichen Einbußen der posttraumatischen Lebensqualität führen können. Anfänglich trivial imponierende Verletzungen können nachweislich zu einer signifikanten Funktionseinschränkung führen. Als Beispiel sind der Enophthalmus, die Diplopie und die chronische Dakrozystitis zu nennen (97).

Thorax

Die Thorax-CT wird seit Einführung der Mehrzeilen-Technik von verschiedene Autoren (73,84,103) als Methode der ersten Wahl zur Diagnostik traumatisch bedingter Gefäßverletzung angesehen. Trupka et al. (94) empfehlen hingegen ergänzend zur konventionellen Radiographie beim Vorliegen des geringsten Verdachts auf Verletzungen der Aorta den Einsatz der Digitalen-Subtraktions-Angiographie (DSA). Beide Methoden kombiniert seien der CT in der Diagnostik und Aussage bezüglich der Operationsplanung überlegen. Die eigenen Untersuchungen mittels 16-Zeilen-Spiral-CT ergaben im Untersuchungsbereich Thorax bei 172 Patienten (62,6%) zusätzliche Informationen. Dabei wurden bei 125 Patienten (BG-B) 211 Zusatzbefunde und bei 47 Patienten (BG-C) 59 Neubefunde ermittelt. Abgesehen von thorakalen Verletzungen, die die CT und die konventionelle Projektionsradiographie in gleicher Qualität darstellten (BG-A), ist somit festzuhalten, dass durch die Thoraxübersichtsaufnahme der größte Teil der Verletzungen darstellbar war. Schwierigkeiten ergaben sich bei der Darstellung von Verletzungen des Weichteilgefüges. Die traumatisch bedingte Dissektion der thorakalen Aorta descendens, ein Neubefund (BG-C) der Klasse 3, die durch den Einsatz der CT aufgedeckt wurde, sei beispielsweise genannt. Der sofortige ergänzende Einsatz diagnostischer Maßnahmen, wie beispielsweise der DSA, würde jedoch zu einer Verzögerung der weiteren Diagnostik und Therapieplanung der übrigen Untersuchungsregionen führen. Da 92 der untersuchten Patienten (33,5%) (vgl. Abb. 10) des eigenen Patientenkollektivs zusätzlich abdominelle Verletzungen aufwiesen, erscheint die initiale Durchführung einer ganzheitlichen Primärdiagnostik unter Einbeziehung der übrigen Untersuchungsbereiche sinnvoll.

Eine Untersuchung von Rieger et al. (73) zeigte, dass bei lediglich 4% der Verletzungen der 79 untersuchten Patienten eine Übereinstimmung der Modalitäten CT und konventionelles Röntgen

vorlag. Circa 18% der Verletzungen konnten nur mittels CT diagnostiziert werden. Der Nachweis von Zusatzinformationen durch die Verwendung der MSCT gelang bei 78% der Läsionen. Die eigenen Ergebnisse weichen somit hinsichtlich der Anzahl der Neubefunde (BG-C) nur geringfügig von den Angaben von Rieger et al. ab. Als primär ursächlich können die Differenz der Definition von Zusatz- und Neubefund sowie die Unterschiede in der Zusammensetzung des Patientenkollektivs angesehen werden. Ferner wurden die Untersuchungen Riegers et al. unter Verwendung eines 4-Zeilen-Spiral-CT durchgeführt. Die in der vorliegenden Studie verwendete 16-Zeilen-Spiral-CT ermöglichte demgegenüber eine Verbesserung der Ortsauflösung. Eine signifikante Steigerung von Sensitivität und Spezifität der Diagnostik beim traumatisierten Patienten durch Verwendung der 16-Zeilen-Spiral-CT wurde in der Literatur bereits beschrieben (2,73). Darüber hinaus ist anzumerken, dass das Patientenkollektiv Riegers et al. ausschließlich ausgewählte Patienten mit gesichertem Thoraxtrauma einschließt und somit der Fokus der möglichen Verletzung bereits vor Beginn der Auswertung definiert war. Demzufolge kann ein Informations-Bias vermutet werden.

Albrecht et al. (2) geben für die Thorax-CT eine Sensitivität von 100% und für selbige der konventionellen Projektionsradiographie von 20% an. Stahel et al. (84) berichten, dass das Mehrzeilen-CT in der initialen Diagnostik thorakaler Verletzungen aufgrund der hohen Sensitivität alle weiteren Modalitäten weitestgehend verdrängt hat. Dabei kommt die diagnostische Überlegenheit der MSCT vor allem bei der Detektion von Pneumothoraxen, Hämatothoraxen und Medias-tinalverletzungen zur Geltung (93,94). In der vorliegenden Arbeit war eine Dominanz der Zusatzbefunde der Klasse 2 zu erkennen, wobei beispielsweise die Lungenkontusion genannt sei. Die Lungenkontusion trägt durch den Parenchymschaden mit dem daraus resultierenden Organversagen maßgeblich zur hohen Spätletalität nach stumpfem Thoraxtrauma bei. Das Unterschätzen des Ausmaßes des primären Lungenschadens kann über eine komplexe inflammatorische Reaktion zur Sekundärschädigung mit konsekutivem Auftreten eines ARDS führen (84,96).

Der Einsatz der Thoraxübersichtsaufnahme kann jedoch nicht als obsolet angesehen werden. Neben den interventionstherapeutisch relevanten Hinweisen bezüglich der Lage von Endotrachealtubus, angebrachter zentralvenöser Katheter oder Thoraxdrainagen, gibt die Thoraxübersichtsaufnahme Aufschluss über ossäre und intrathorakale Verletzungen des hämodynamisch instabilen Patienten. Eine umfassende Evaluation mittels CT wäre in diesem Zustand nicht möglich. Auch wenn der exakte Nachweis von Pneumo- oder Hämatothoraxen somit nicht erreichbar ist, gelingt durch den Einsatz der Thoraxübersichtsaufnahme dennoch der Nachweis respektive Ausschluss massiver Hämatothoraxe und Pneumo- respektive Spannungspneumothoraxe (103).

Die Beseitigung ebendieser gilt als zwingende Voraussetzung zur erfolgreichen Reanimation des hämodynamisch instabilen Patienten.

Abdomen

Die Betrachtung der Untersuchungsregion Abdomen nahm in der vorliegenden Studie eine Sonderstellung ein. Im Gegensatz zu den übrigen berücksichtigten Untersuchungsregionen wurde in diesem Bereich zum Vergleich mit der CT die Sonographie herangezogen. Der Einsatz der konventionellen Projektionsradiographie war bei der Routine in keiner Form vorgesehen.

Die MSCT zeichnet insgesamt eine hohe diagnostische Qualität aus. Röhl et al. (74) geben die Sensitivität der 4-Zeilen-Spiral-CT mit 83% und die Spezifität mit 96% an. Als Schwierigkeit beschreiben Röhl et al. den Nachweis von Verletzungen des Zwerchfells, des Pankreas, des Dünndarms und der mesenterialen Gefäße. Bei klinischem Verdacht auf Verletzungen der eben genannten Strukturen wird die weitere diagnostische Abklärung, beispielsweise mit einer explorativen Laparotomie, empfohlen. Stuhlfaut et al. (91) berichten beim Vorliegen ähnlicher diagnostischer Schwierigkeiten von einer Sensitivität von 82% und von einer Spezifität von 99%. Lindner et al. (41) beziffern die Sensitivität der abdominalen MSCT mit 97,2% und die Spezifität mit 94,7%. Von den genannten Autoren wird die Sonographie des Abdomens einheitlich als ungenügend sensitiv für den solitären Einsatz im Schockraum angesehen. Diesbezüglich geben Albrecht et al. (2) eine Sensitivität der abdominalen Sonographie von 22% im Vergleich zur Einzeilen-Spiral-CT mit 92% an. Nicht durch die initiale Sonographie diagnostizierbar waren vor allem kleine Verletzungen parenchymatöser Organe, beispielsweise Hämatome sowie Fissuren von Milz und Leber.

Der Einsatz der Sonographie im Schockraum kann somit nicht durch die diagnostische Qualität im Vergleich zur MSCT gerechtfertigt werden. Als Vorteil in Bezug auf die polytraumatische Erkrankung werden vor allem die schnelle Einsatzbereitschaft sowie der unkomplizierte Einsatz beim hämodynamisch instabilen Patienten angegeben (46,47,73).

Stengel et al. (89) beziffern in ihrem Review den Anteil an Patienten ohne nachweisbare freie Flüssigkeit mit gesicherter Organverletzung auf 5% bis 37%. Abdominelle Organläsionen mit Fehlen freier intraabdomineller Flüssigkeit beobachteten Albrecht et al. (2) bei zwei von elf der Patienten (18,2%) mit Verletzungen von Leber oder Milz.

Durch die MSCT gelang der Nachweis kleiner Blutungen mit zum Zeitpunkt der initialen Sonographie noch nicht nachweisbaren Mengen freier Flüssigkeit. Insgesamt war bei circa 69% der

Befunde von einem akuten oder subakuten Einfluss auf die Vitalsituation des Patienten auszugehen. Die Mehrzahl des Informationsgewinns war der BG-B zuzurechnen. Die Sonographie ergänzende explorative Maßnahmen zur weiteren Differenzierung und Spezifizierung sind somit als sinnvoll einzustufen. Die eigene Untersuchung zeigte, dass die Sonographie es ermöglicht, beim Vorliegen eines positiven Untersuchungsergebnisses eine intraperitoneale Läsion mit hoher Wahrscheinlichkeit zu sichern. Ein negativer Untersuchungsbefund kann jedoch nicht als das Fehlen von intraperitonealen Verletzungen gewertet werden. Ob der Nachweis abdomineller Läsionen weitere Verletzungen in dieser Untersuchungsregion sicher auszuschließen vermag, bleibt somit fraglich.

Einschränkend ist beim Vergleich der untersuchten Methoden der vorliegenden Arbeit zu bemerken, dass die CT zeitversetzt zur Sonographie durchgeführt wurde. Da von einer Progredienz verschiedener Befunde, wie beispielsweise freier intraabdomineller Flüssigkeit, auszugehen ist, sind ungleiche Ausgangsbedingungen wahrscheinlich. Ebenfalls wahrscheinlich scheint, dass die Diagnose einzelner Verletzungen, die in der initialen Sonographie nicht erkannt wurden, durch das Fortschreiten der Zeit erleichtert wurde. Die theoretische Möglichkeit, dass ein Teil dieser Verletzungen bei einer wiederholten Sonographie zur Darstellung gekommen wäre, bleibt bestehen.

Verletzungen des Abdomens werden im deutschsprachigen Raum ätiopathologisch fast ausschließlich als Folge einer stumpfen Gewalteinwirkung angesehen. Ferner werden abdominelle Läsionen als Folge stumpfer abdomineller Gewalteinwirkung selten isoliert diagnostiziert, sondern sind vielmehr im Zusammenhang mit einer polytraumatischen Erkrankung beschrieben. Im Zusammenhang mit der steigenden Anzahl von Rasanztraumata als Ursache einer polytraumatischen Erkrankung kommt es zur Abbildung einer typischen Kombination von Verletzungen des Schädels, des Thorax und des Abdomens (54,73). In der eigenen Untersuchung wurden Zusatzinformationen bezüglich abdomineller Verletzungen überwiegend im Zusammenhang mit thorakalen Zusatzinformationen ermittelt. Dies betraf 92 der untersuchten Patienten (33,5%). Soweit die Vergleichbarkeit gegeben ist, widersprechen die Ergebnisse den Angaben der Literatur somit nicht. Der detaillierten und aussagekräftigen Diagnostik ebendieser Körperregionen kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

Letztlich sei auf die Grenzen der Sonographie des Abdomens hingewiesen. Die Untersucherabhängigkeit ultraschallbasierender Verfahren steht dabei im Vordergrund. Vor allem der unterschiedliche Grad der Erfahrung des Untersuchers wurde in der Literatur als Einflussfaktor auf die diagnostische Genauigkeit der Sonographie definiert (89). Darüber hinaus kann die Unerfahrenheit des Untersuchers zu einem erhöhten Zeitaufwand führen (73).

Becken

Beckentraumata treten im Rahmen einer Polytraumatisierung bei circa einem Drittel der Patienten auf (70). Häufig wurden Kombinationen mit Verletzungen des Thorax oder des Abdomens nachgewiesen. In der vorliegenden Arbeit wurden unter dem Begriff Beckentrauma ausschließlich Verletzungen der ossären Strukturen behandelt. Die Schwere des Traumas richtet sich dabei nach der Verletzungsursache. Rasantraumata sind mit circa 50% führend. Bezüglich komplexer oder offener Verletzungen wurde eine Zunahme der Letalität beschrieben (70). Die Untersuchung komplexer Beckentraumata wurde aufgrund des Studiendesigns erschwert, da die Definition derselben die Läsion begleitender Strukturen beinhaltet. Zusatzinformationen wurden im Bereich der Untersuchungsregion Becken bei 18,2% der Patienten beobachtet (vgl. Abb. 7). Somit war in diesem Untersuchungsbereich die geringste Häufung von nachweisbaren Zusatzinformationen festzustellen. Beckenverletzungen zählen im Vergleich zur Inzidenz von Verletzungen anderer Untersuchungsregionen zu den weniger häufigen Läsionen. Durch die konventionelle Projektionsradiographie konnten alle Verletzungen diagnostiziert werden. Tscherne et al. (95) beziffern den Anteil von Beckenverletzungen auf einen Anteil von circa 3% an allen Frakturen. Polytraumabedingte Beckenverletzungen sind mit einer Mortalität von 10-29% behaftet und für die Mortalität von circa 7,9% aller unfallchirurgischer Patienten verantwortlich (24,95). Bei Verletzungen des Beckens ist es entscheidend, frühzeitig nach Klinikeinlieferung des Verletzten zu erkennen, ob es sich um vital bedrohliche Verletzungen handelt und akuter Handlungsbedarf besteht. Andererseits können einfache Frakturen des Beckens elektiv operativ versorgt oder eventuell konservativ behandelt werden (81). Den Vergleich der CT- und der Röntgendiagnostik bezüglich der Beckenfrakturen liegen mehrere Studien vor. Entsprechend der aktuell geltenden Handlungsleitlinien der DGU zum Thema Polytrauma erfolgt die radiologische Diagnostik des Beckens durch mindestens eine a.p.-Aufnahme in konventioneller Röntgentechnik. Young et al. (105) beschreiben, dass allein durch die a.p.-Aufnahme des Beckens 94% der auftretenden Beckenfrakturen richtig klassifiziert werden. Albrecht et al. (2) konnten 90% der Beckenfrakturen durch die konventionelle Röntgentechnik diagnostizieren. Mittels Einzeilen-Spiral-CT wiesen sie alle vorhandenen ossären Beckenverletzungen nach. Einige Autoren geben signifikant schlechtere Werte bezüglich der Aussagekraft der konventionellen Projektionsradiographie und der CT an. Untersuchungen unter Nutzung der 16-Zeilen-Spiral-CT lagen zum Zeitpunkt der Studie nicht vor, sodass die Daten auf Untersuchungen mit vorhergehenden Technologien Bezug nehmen. Hinsichtlich der konventionellen Radiographie ist wiederum die Frage nach der Definition der falsch-negativen Untersuchungsbefunde zu stellen. Teilweise ist dies mit der Einbeziehung

von peripelviner Weichteilstrukturen, wie beispielsweise Nerven- oder Blutgefäßläsionen, zu erklären. Seekamp et al. (81) empfehlen die Durchführung eines konventionellen Röntgens in a.p.-Projektion der CT-Diagnostik vorzuziehen. Der CT käme dabei eine ergänzende Funktion zu, wobei das Ziel der weiteren Klassifizierung der Verletzung zu verfolgen sei. Primär zum Einsatz soll die CT bei bestehender Unsicherheit bezüglich intrapelviner Blutungen kommen. Im Gegensatz dazu fordern Steward et al. (90) trotz guter Ergebnisse durch die Diagnostik mit der konventionellen Röntgentechnik den primären Einsatz bei ohnehin geplanter CT. Da 90% der gewonnenen Zusatzinformationen einen akuten oder subakuten Einfluss auf die Vitalität des Patienten hatten und zudem bei circa einem Fünftel der untersuchten Patienten Zusatzinformationen gesichert werden konnten, ist die These Stewards et al. zu stützen. Der primäre Einsatz der CT birgt zudem den Vorteil, dass gleichzeitig bestehende Verletzungen anderer Körperregionen erfasst werden. Angesichts der Ätiologie der Beckenverletzungen beim polytraumatisierten Patienten ist ohnehin von begleitenden Verletzungen beispielsweise des Abdomens oder des Thorax auszugehen.

Wirbelsäule

Das Ziel von Diagnostik und Therapie der Wirbelsäulenverletzungen besteht in der dauerhaften Wiederherstellung der schmerzfreien statischen, dynamischen und protektiven Funktionen. Besonders hervorzuheben ist die Dekompression des Rückenmarks und der Spinalnerven. Kleinste Läsionen können dabei zu einer schwerwiegenden, dauerhaften Beeinträchtigung des Patienten und dessen Lebensqualität führen. Die Versorgung der polytraumatischen Erkrankung im Rahmen der Richtlinien des ATLS[®] umfasst im ersten Beurteilungsgang das Ziel, primär lebensbedrohliche Situationen abzuwenden (3). Die Wirbelsäule betreffend ist die radiologische Untersuchung der HWS mittels konventioneller Projektionsradiographie Inhalt dieser primären Patientenexploration. Die Häufigkeit von Wirbelsäulenverletzungen bei polytraumatisch erkrankten Patienten wird von Heyde et al. (26) mit 13% bis 34% angegeben. Die eigene Untersuchung zeigte bei 33,1% der Patienten Zusatzverletzungen (BG-B) und bei 3,3% der Verletzungen Neubefunde. Losgelöst von der Gesamtanzahl der Wirbelsäulenverletzungen liegen die eigenen Beobachtungen im Vergleich zu den Werten der Literatur im oberen Bereich der angegebenen Inzidenz für Wirbelsäulenverletzungen beim polytraumatisierten Patienten. Der Prozentsatz der bei der initialen Versorgung übersehenen Verletzungen liegt nach Blauth et al. (5) bei bis zu 20%. Dabei führend sind Verletzungen der HWS (26). Die diagnostische Genauigkeit

der konventionellen Radiographie versus CT wurde in mehreren Arbeiten untersucht. Dabei schwanken die Angaben bezüglich der Sensitivität der Spiral-CT zwischen 87% und 100% (2,21,65,82). Als fehleranfällig wird hauptsächlich die Diagnostik ligamentärer Verletzungen beschrieben (65). Vor allem die Untersuchung primär nicht aussagefähiger Patienten und dem damit verbundenen fehlenden Nachweis neurologischer Defizite erschwert die Diagnostik. Die Sensitivität der konventionellen Projektionsradiographie wird mit signifikant schlechteren Werten angegeben (2,21,65,82). Platzer et al. (65) fordern auf Grundlage ihrer Studie, worin die diagnostische Qualität und Praktikabilität der MRT, des konventionellen Röntgens und der CT in Hinblick auf die Polytraumatisierung untersucht wurden, die obligate Durchführung einer Spiral-CT. Der Nachweis von Verletzungen durch Einsatz der konventionellen Projektionsradiographie gelangen Platzer et al. bei 90% der Patienten. Eine Untersuchung von Heuchemer et al. (25) im Jahr 1992 zeigte, dass bei 61% der untersuchten Patienten zusätzliche Informationen durch den Einsatz der CT gewonnen wurden. Etwa 40% der Verletzungen wurden inkomplett dargestellt und etwa 21% konnten ausschließlich durch die CT-Untersuchung diagnostiziert werden. Circa 7% der Wirbelsäulenläsionen wurden weder durch die konventionelle Radiographie noch durch die CT erfasst. Im Vergleich mit den eigenen Beobachtungen wurden bei deutlich weniger Patienten (35,4%) zusätzliche Informationen beim Vorhandensein verbesserter diagnostischer Möglichkeiten festgestellt. Der Anteil von nicht durch die konventionelle Radiographie darstellbaren Verletzungen (9%) lag ebenfalls deutlich unter dem der Studie von Heuchemer et al. Ursächlich für die vorliegenden Differenzen kann zunächst der bestehende Unterschied bezüglich der verwendeten Röntgentechnik angesehen werden. In Bezug auf den Nachweis von Wirbelsäulenverletzungen, weist die 16-Zeilen-Spiral-CT eine deutlich höhere Sensitivität auf. Weiterhin führte die Einführung von diagnostischen Leitlinien bezüglich der konventionellen Projektionsradiographie im Schockraum zu einer Verbesserung der diagnostischen Qualität. Somit lässt sich der große Anteil von nicht durch die konventionelle Radiographie diagnostizierten Verletzungen teilweise erklären. In der Studie von Heuchemer et al. wurden Patienten zwar ebenfalls am Unfalltag mit der CT untersucht, selbige gehörte zum damaligen Zeitpunkt jedoch nicht zum Standardrepertoire der Polytraumadiagnostik.

Die CT-Diagnostik ist, gemessen anhand der eigenen Erhebungen von überwiegend therapierelevanten Verletzungen der Klasse 2, als wichtige Untersuchungsmodalität zu werten (vgl. Abb. 8 und Abb. 9). Die Möglichkeit des zeiteffizienten Einsatzes, vor allem seit der Einführung der MSCT, verschafft der CT einen Vorteil im Vergleich zur MRT (65). Durch die Akquisition von dünnem Datenmaterial und einer verbesserten Ortsauflösung mit der 16-Zeilen-Spiral-CT kommt dieser verstärkt zur Geltung. Der Einsatz der Spiral-CT hebt die Wiederholung von

wenig aussagekräftigen konventionellen Röntgenaufnahmen auf, denn sie bietet eine hohe diagnostische Sicherheit hinsichtlich der Darstellung von Wirbelsäulenverletzungen beim polytraumatisierten Patienten. Fraglich bleibt der Nutzen der zusätzlich gewonnenen Informationen. Unter Begutachtung des Gesamtverletzungsmusters des Patienten und der resultierenden Belastungssituation des Organismus, auch durch therapeutische Eingriffe, werden bestehende Verletzungen prioritätenorientiert versorgt. In Hinsicht auf die Wirbelsäule werden damit die Voraussetzungen für eine Lagerungstherapie und somit für eine optimale intensivmedizinische Betreuung geschaffen. Dies gilt als Grundlage einer Verminderung von Sekundärschäden am Rückenmark durch systemische Reaktionen im Sinn des „second hit“ (vgl. 1.4). Eine Studie von Hebert et al. (22) zeigte, dass polytraumatisierte Patienten mit einer Wirbelsäulenverletzung ein erhöhtes Mortalitätsrisiko vergesellschaftet mit einem vergleichsweise schlechteren Langzeitoutcome aufweisen. Als Konsequenz fordern Hebert et al. eine aggressive frühe Therapie polytraumatisierter Patienten, besonders derer mit Wirbelsäulenverletzungen. (26) Somit lässt sich der diagnostische Aufwand minimieren, prolongierte Patientenaufenthalte auf der Intensivstation vermindern und das Outcome der Patienten sowohl kurz- als auch langfristig verbessern, was nicht zuletzt zu einer Verringerung des monetären Aufwandes beiträgt.

Extremitäten

Eine radiologische Beurteilung der Extremitäten via CT war standardmäßig im verwendeten Schockraumalgorithmus nicht vorgesehen. Diese war Domäne der konventionellen Radiographie. Einzelne Segmente kamen dennoch durch die computertomographische Untersuchung zur Darstellung (vgl. 1.4). Beispielsweise ist ein Hämatom der Glutealmuskulatur zu nennen, das im Rahmen der akuten Verletzungssituation des Patienten nicht vital limitierend wirkte. Beim Ausbleiben der Diagnose führt es jedoch zu erheblichen funktionellen Defiziten der unteren Extremität. Die Diagnose durch die konventionelle Projektionsradiographie war nicht möglich. Demzufolge wurde diese Erscheinung als Neubefund der Klasse 1 gewertet. Weitere Neubefunde im Untersuchungsbereich der Extremität blieben in der vorliegenden Arbeit aus (vgl. 3.2). Ein Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien wurde aufgrund fehlender Vollständigkeit nicht vorgenommen. Während Verletzungen der Extremitäten aus unfallchirurgischer Sicht bezüglich der Indikation zur Operation im Rahmen des „damage control“ evaluiert werden, liegen nur dezente Versuche der Diskussion betreffs der Durchführung radiologischer Diagnostik im Schockraum vor (59). Entscheidend für die Diagnostik sind nicht ausschließlich funktionelle

Einbußen, die wohl zu einer Beeinträchtigung der funktionellen Lebensqualität beitragen können, sondern ebenso durch die Verletzung initiierte Entzündungsreaktionen (31). Im Gegensatz zu anderen Verletzungen der Extremitäten wurde für die Fraktur des Femurschaftes beim polytraumatisierten Patienten eine Zunahme der Mortalität dergleichen beschrieben. Hildebrandt et al. (29) folgend steigt diese von circa 4% bei unilateraler Fraktur des Femurschaftes auf circa 16% der Patienten bei bilateraler Femurschaftfraktur an. Kein Anstieg der Mortalität wurde für Frakturen anderer Extremitätensegmente beschrieben. Eine komplette radiologische Diagnostik der Extremitäten im Rahmen der initialen Patientenversorgung scheint somit wenig sinnvoll. Femurfrakturen sollten jedoch ausgeschlossen werden. Das Ziel ist nicht auf eine Risikostratifizierung bezüglich des ARDS und des MOV begrenzt, sondern beinhaltet ebenso die Unterstützung bei der Planung bevorstehender Operationen (31,59).

4.4. Lebensqualität

Ergebnisse bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten nach polytraumatischer Erkrankung liegen bisher nur vereinzelt vor. Das Gros der Studien beschränkt sich auf einen speziellen Teilbereich der Verletzungen aus dem Spektrum der polytraumatischen Erkrankung. Eine aktuelle Beschreibung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-36 war nicht bekannt. Trotz Unterschieden im Verletzungsmuster und im Schweregrad der Verletzungen vorliegender Studien besteht ein hoher Evidenzgrad bezüglich der Minderung der Lebensqualität nach polytraumatischer Erkrankung (8). Aufgrund der Unterschiede in der Studienpopulation, deren Verletzungsschweregrad, deren Verletzungsmuster, deren Populationsgröße und deren Follow-up-Intervallen sind die Ergebnisse der bestehenden Lebensqualitätsstudien mit Umsicht zu diskutieren. Die Möglichkeit des uneingeschränkten Vergleichs der Lebensqualität nach polytraumatischer Erkrankung fehlt, da im Allgemeinen ein akzeptiertes und standardisiertes Instrument zur Erfassung ebendieser nicht vorliegt.

In einer Studie von MacKenzie et al. (48), bei der die Zielsetzung darin bestand, die Validität des SF-36 beim Einsatz in der Polytraumaforschung zu prüfen, wurden die Ergebnisse einer SF-36-Befragung von 1.230 Patienten veröffentlicht. Beim Vergleich der SF-36-Summenskalen der vier Verletzungsschweregradgruppen, welche nach dem AIS definiert wurden, war keine Übereinstimmung mit den eigenen Ergebnissen weder bezüglich der Größenordnung noch bezüglich der Dimension des Lebensqualitätsindex gemessen anhand der Verletzungsschwere festzustellen.

Differenziert wurden die Ergebnisse durch das Vorliegen respektive die Abwesenheit orthopädischer Traumata. Die physische Summenskala betreffend konnte bei MacKenzie et al. kein Trend ermittelt werden. Im Vergleich dazu wurde ein Maximalwert des Lebensqualitätsindex für die PTS-Gruppe 2 ermittelt, der mit steigender Verletzungsschwere abfiel (vgl. 3.6). Gegenläufig war die Beobachtung für die psychische Summenskala. Der Summenwert war im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen für die Gruppe der Patienten mit der geringsten Verletzungsschwere maximal. Mit ansteigendem Verletzungsschweregrad registrierten MacKenzie et al. ein Abfallen des psychischen Summenwerts. Der Lebensqualitätsindex der psychischen Summenskala gipfelte mit $51,3 \pm 10,3$ Punkten ebenfalls oberhalb des Referenzwertes der Normpopulation. Die Untersuchung von MacKenzie et al. auf Grundlage von Daten der Pennsylvania Trauma Outcome Study aus dem Jahr 1989 ist nur bedingt zum Vergleich mit den Daten der vorliegenden Studie geeignet. Das Alter der einbezogenen Patienten lag zwischen 18 und 59 Jahren am Unfalltag. Das Durchschnittsalter wurde nicht angegeben. Der Anteil männlicher Studienteilnehmer ist mit 66% ähnlich. Einbezogen wurden ausschließlich Patienten, deren Traumatisierung die Folge eines Verkehrsunfalls war. Als ursächlich für die Abweichungen lässt sich der anhaltende medizinische Fortschritt auf dem Gebiet der Schwerstverletztenversorgung vermuten. Die Senkung der Mortalität erklärt ansatzweise die Zunahme der posttraumatischen Morbidität, mit beispielsweise der Zunahme der funktionellen Einschränkungen. Bezug nehmend auf die gegenläufige Tendenz der Ergebnisse der psychischen Summenskala wurde ein Erklärungsansatz nicht gefunden. MacKenzie et al. diskutieren ihre Ergebnisse als erwartungsgemäß. Die Zunahme des psychischen Lebensqualitätsindex mit steigender Verletzungsschwere kann als Ausdruck der Freude des Überlebens einer stark lebensbedrohlichen Situation verstanden werden. Dass initial körperlich schwerstverletzte Patienten einen minimalen Wert der körperlichen Summenskala und einen maximalen Wert der psychischen Summenskala angaben, unterstreicht diese These.

Die Mehrzahl der Überlebenden der polytraumatischen Erkrankung geben bedeutende Einschränkungen respektive Behinderungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität an. Der Verletzungsschweregrad determiniert die Einschränkung. Diese Information kann bei der Organisation der Langzeitrehabilitation polytraumatisierter Patienten helfen. Hauptsächlich Einschränkungen der körperlichen Beweglichkeiten eruierten Dimopoulou et al. (16) unter Verwendung des Nottingham Health Profile als Ursache für die verminderte Lebensqualität polytraumatisierter Patienten ein Jahr nach dem Trauma.

Pirente et al. (64) wiesen in einer Fall-Kontroll-Studie „erhebliche Unterschiede“ der Gruppe polytraumatisierter Patienten zur Kontrollgruppe ein Jahr nach der Traumatisierung nach. Die implementierte SF-36-Befragung wurde nach der Anzahl der „auffälligen Patienten“ ausgewertet, was einen Vergleich der Daten aufgrund des Fehlens der präzisen Angaben bezüglich der Qualität der einzelnen Skalenwerte unmöglich machte. In Kenntnis des Auswertungsalgorithmus kommt dies der fehlenden Berechnung der Sub- und Summenskalen gleich.

Die Differenz der Lebensqualität polytraumatisierter Patienten mit offener und geschlossener Beckenringfraktur untersuchten Brennehan et al. (10) an einem Kollektiv von 61 Patienten. Bei einem durchschnittlichen Befragungszeitpunkt von vier Jahren nach dem Unfall waren deutlich mehr Einschränkungen bei Patienten nach offener Beckenringfraktur festzustellen. Im Einzelnen wurden signifikant schlechte Werte für die körperliche Gesundheit beschrieben. Statistisch signifikant war ebenso der Unterschied zur Normpopulation. Ein signifikanter Unterschied der beiden Teilnehmergruppen zueinander und zur Normpopulation hinsichtlich der psychischen Gesundheit wurde nicht nachgewiesen. Bei einem Kollektiv von 35 Patienten untersuchten Oliver et al. (58) die Lebensqualität polytraumatisierter Patienten mit operativ versorgten Beckenringfrakturen. Die Befragung der Patienten wurde 16 Monate nach dem Unfall durchgeführt. Der Wert der physischen Summenskala wurde mit 38,8 und der Wert der psychischen Summenskala mit 45,9 angegeben. Die Ergebnisse von Brennehan et al. und Oliver et al. sind am ehesten mit der Beobachtung für die PTS-Gruppen 2 und 3 zu vereinbaren.

In einer Fall-Kontroll-Studie von Galley et al. (19) wurde die gesundheitsbezogene Lebensqualität polytraumatisierter Patienten mit acromioclavicularer Läsion mit Hilfe des SF-36 untersucht. Für die physische Summenskala des SF-36 wurde dabei ein Lebensqualitätsindex von 40,0 ermittelt. Die psychische Summenskala angehend wurde ein Wert von 42,0 angegeben. Bei einer durchschnittlichen Verletzungsschwere von 20 Punkten gemessen nach dem ISS (Injury Severity Index), was einer mittelschweren polytraumatischen Erkrankung entspricht, widersprechen die eigenen Ergebnisse diesen Beobachtungen nicht. Insbesondere die geringere Einschränkung der psychischen Komponente der Lebensqualität verglichen mit der physischen Summenskala ist hervorzuheben.

Bezüglich der posttraumatischen Lebensqualität nimmt die subjektive Traumaschwere einen höheren Stellenwert als die objektive Traumaschwere ein. Nach Unfällen können psychoreaktive Störungen auftreten, auch wenn es nicht zu schwersten körperlichen Verletzungen kam. Insbe-

sondere depressive Verstimmungen und Schlafstörungen werden von den Betroffenen beklagt. Darüber hinaus werden auch neurotische Störungen berichtet. Intensität und Zeitdauer der Beschwerden stehen hierbei in keinem Verhältnis zum Unfallgeschehen. Vielmehr bildet der Einbruch durch den Unfall in das Gefüge des eigenen Selbstbildes mit Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit den Auslöser für eine Dekompensation in Form einer anhaltenden reaktiven Depression (8).

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales beziffert den Anteil psychischer Erkrankungen als Ursache einer Berufsunfähigkeit für das Jahr 2005 auf 32,2%. Im Gegensatz zu muskuloskeletalen Erkrankungen als Ursache von 18,1% der Berufsunfähigkeiten im Jahr 2005, wurde für psychische Erkrankungen eine steigende Tendenz beobachtet (13).

Das psychische Outcome polytraumatisierter Patienten unterstreicht die Notwendigkeit einer psychotherapeutischen Einbindung. Vor allem für Patienten mit einem im Vergleich geringeren Grad einer polytraumatischen Erkrankung können psychotherapeutische Interventionen sinnvoll sein.

4.5. Limitation dieser Untersuchung

Obwohl mit der vorliegenden Studie versucht wurde, die Komplexität der polytraumatischen Erkrankung bei der radiologischen Diagnostik in Verknüpfung mit der diesbezüglichen posttraumatischen Lebensqualität umfassender als vorhergehende Arbeiten anzugehen, sind Limitationen zu nennen.

Grundsätzlich sind Selektions-Bias der Patienten und Recall-Bias mögliche Quellen einer Verzerrung wie bei jeder retrospektiven Querschnittsstudie, woran die Teilnahme nicht verpflichtend ist. Betreffs der radiologischen Analyse ist ein Informations-Bias nicht auszuschließen. Es wurde mit den Daten von nur einem Unfallschwerpunktzentrum gearbeitet, sodass die Ergebnisse nicht pauschal generalisierbar sind.

Wie in Punkt 4.1 erläutert, beschreibt die Studie den radiologisch diagnostischen Zugewinn durch die 16-Zeilen-Spiral-CT und die Lebensqualität von Patienten, die mit dem Verdacht auf eine polytraumatische Erkrankung in der Rettungsstelle vorstellig waren. Für keinen der untersuchten Patienten wurde die gesundheitsbezogene Lebensqualität vor dem Trauma erfasst. Ob die Angaben bezüglich der schlechteren Lebensqualität ausschließlich auf die Polytraumatisie-

rung zurückzuführen sind oder eventuell vorher, zumindest teilweise, bestanden, konnte nicht beurteilt werden. Da auch prospektive Studienansätze keine Möglichkeit der Zustandsevaluation einzelner Patienten vor einer Polytraumatisierung sicherzustellen vermögen, kann diese Unsicherheit nur mit größeren Fallzahlen und dem Einschluss weiterer Traumazentren statistisch minimiert werden.

Trotz der insgesamt relativ hohen Fallzahl waren die Fallzahlen innerhalb einzelner Verletzungsschweregradgruppen für eine weitere Stratifizierung zum Beispiel nach Altersklassen oder diagnostischem Zugewinn zu gering. Das Berücksichtigen dieser und weiterer Variablen wäre beim Vorliegen höherer Fallzahlen im Rahmen eines multiplen Modells möglich. Auch unter Verwendung eines retrospektiven Querschnittsdesigns wäre es möglich, Hypothesen zu formulieren, inwieweit einzelne Verletzungsmuster Einfluss auf die posttraumatische Lebensqualität nehmen. Da die Beschaffenheit des PTS keinen Vergleich einzelner Patienten zulässt, wäre vor allem für die Beurteilung der Lebensqualität in Abhängigkeit vom radiologisch diagnostischen Zugewinn eine weniger kollektivorientierte Beschreibung der Verletzungsschwere hilfreich.

Die Ermittlung eines quantitativen Lebensqualitätsunterschiedes durch den Einsatz der 16-Zeilen-Spiral-CT im Vergleich zur konventionellen Projektionsradiographie mit dem Ausschluss therapieassoziiertes Einflussfaktoren wäre theoretisch durch Verwendung randomisierter Kohorten erreichbar. Vor dem Hintergrund ethischer Normen und ärztlicher Pflichten ist ein Aussetzen der derzeit optimalen Diagnostik nicht vertretbar.

5. Zusammenfassung

Die stetige Verbesserung des Patienten-Outcome in den vergangenen Jahrzehnten führt unter Verdrängung der Frage nach der Mortalität der polytraumatischen Erkrankung zum Bestreben, die Lebensqualität nach Traumatisierung zu maximieren. Diesbezügliche komparative Analysen der radiologischen Diagnostik als ein elementarer Bestandteil der Akutversorgung setzen die Kenntnis der diagnostischen Qualität der Methode und die sich daraus ergebenden Konsequenzen voraus.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die gewonnenen Zusatzinformationen durch den Einsatz der 16-Zeilen-Spiral-CT zu identifizieren und deren therapeutischen Nutzen herauszuarbeiten sowie die Lebensqualität der polytraumatisierten Patienten zu ermitteln.

Im Rahmen einer retrospektiven Querschnittsstudie wurden Patienten aus dem Traumaschwerpunktzentrum Charité - Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow-Klinikum des Zeitraums Juli 2003 bis August 2004 hinsichtlich der gesicherten Zusatzinformation durch die 16-Zeilen-Spiral-CT im Vergleich zur konventionellen Projektionsradiographie respektive Sonographie des Abdomens analysiert. Hinsichtlich des Informationsgehalts der erhobenen Befunde wurde zwischen der Bestätigung der konventionellen Bildgebung durch die CT, Zusatzinformation respektive Befunderweiterung durch die CT und Neubefund durch die CT unterschieden. Die vergleichende Evaluation erfolgte mit Differenzierung der Untersuchungsergebnisse nach der anatomischen Zuordnung in die Regionen Kopf, Gesicht, Thorax, Abdomen, Becken, Wirbelsäule oder Extremitäten. Der diagnostische Wert gewonnener Zusatzinformationen wurde anhand der Vitalbedrohung für den Patienten in Anlehnung an das ATLS[®]-Protokoll des American College of Surgeons Committee on Trauma in drei Klassen festgesetzt.

Zusätzlich erfolgte ein Jahr nach Polytraumatisierung eine Patientenbefragung zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität unter Verwendung des Fragebogens SF-36. Es wurde der Einfluss der primär mit dem Hannoverschen Polytraumaschlüssel (PTS) gemessenen Verletzungsschwere auf das subjektive Befinden der Patienten eruiert.

In die radiologische Endauswertung gingen 275 Patienten ein. Die Studienpopulation setzte sich aus 73,1% Männern und 26,9% Frauen mit einem Durchschnittsalter von $39 \pm 18,9$ Jahren zusammen. Ursache der polytraumatischen Erkrankung waren hauptsächlich Verkehrsunfälle. Ein Anteil von 13,8% der Patienten verstarb während der stationären Versorgung, wobei das Mortalitätsmaximum in den ersten 48 Stunden nach Traumatisierung lag. Die Mortalitätsrate stieg mit

zunehmender Verletzungsschwere an. Ebenfalls positiv korreliert war die Verletzungsschwere mit der Verweildauer auf der Intensivstation.

Die höchste Anzahl gewonnener Zusatzinformationen durch die 16-Zeilen-Spiral-CT wurde im Untersuchungsbereich Kopf detektiert. Hierbei kamen im Gegensatz zu den übrigen Untersuchungsregionen mehrheitlich Neubefunde zur Darstellung. Durch die CT gewonnene Zusatzbefunde wurden vorwiegend als subakut vital bedrohlich klassifiziert. Die Klassifikation bezüglich der Vitalbedrohung der Neubefunde war ohne Trend abhängig von der jeweiligen Untersuchungsregion. Kombinationen von Zusatzinformationen der Untersuchungsbereiche Kopf und Thorax lagen am häufigsten vor.

Der Fragebogen SF-36 konnte für 75 Patienten vollständig ausgewertet werden. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität war im Studienkollektiv bezogen auf den körperlichen sowie psychischen Summenwert gegenüber der Normpopulation signifikant erniedrigt. Mit steigender Verletzungsschwere zeigte sich ein Anstieg des psychischen Summenwertes, wobei der Wert der höchsten PTS-Gruppe den Referenzwert der Normbevölkerung überstieg. Bezüglich des körperlichen Summenwertes war ein gegenläufiger Trend zu beobachten.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich, soweit ersichtlich, um die erste wissenschaftliche Arbeit, deren Untersuchungsgegenstand die Kombination aus radiologischer Diagnostik mit der 16-Zeilen-Spiral-CT und der Lebensqualität polytraumatisierter Patienten darstellte. Die Priorität der CT im Schockraum wurde mit dem Nachweis der therapeutisch relevanten Zusatzinformationen belegt. Eine Ursache-Wirkungs-Beziehung herauszuarbeiten, war weder Ziel noch Möglichkeit der vorliegenden Querschnittsstudie. Die Untersuchung deckte einen höheren Stellenwert der subjektiven gegenüber der objektiven Traumaschwere auf, wobei der Verletzungsschweregrad die Einschränkung der Lebensqualität determinierte. Geschaffen wurde eine Vergleichsmöglichkeit, auf deren Basis der Nutzen innovativer Verfahren nachweisbar ist.

6. Literaturverzeichnis

- 1 AG Polytrauma der DGU. Jahresbericht 2002 des Traumaregisters der AG "Polytrauma" der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Köln, 2003.
- 2 Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf K-J. Die Rolle der Ganzkörper-Spiral-CT bei der Primärdiagnostik polytraumatisierter Patienten - Vergleich mit konventioneller Radiographie und Abdomensonographie. RÖFo 2004;176:1142-50.
- 3 American College of Surgeons Committee on Trauma. Advanced Trauma Life Support® for doctors. 7th ed. Chicago: 2004.
- 4 Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D, AG Polytrauma der DGU. Epidemiologie des Schwerverletzten - Eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. Unfallchirurg 2000;103:355-63.
- 5 Blauth M, Knop C, Bastian L, Krettek C, Lange U. Komplexe Verletzungen der Wirbelsäule. Orthopäde 1998;27:17-31.
- 6 Boehm T, Alkadhi H, Schertler T et al. Einsatz der Mehrschicht-Spiral-CT beim traumatologischen Notfall und ihre Auswirkungen auf den Untersuchungs- und Behandlungsalgorithmus. RÖFo 2004;176:1734-42.
- 7 Bouillon B, Kanz KG, Lackner CK, Mutschler W, Sturm J. Die Bedeutung des Advanced Trauma Life Support® (ATLS®) im Schockraum. Unfallchirurg 2004;107:844-50.
- 8 Bouillon B, Neugebauer E. Outcome after polytrauma. Langenbecks Arch Surg 1998;383:228-34.
- 9 Bouillon B, Raum M, Fach H et al. The incidence and outcome of severe brain trauma - Design and first results of an epidemiological study in an urban area. Restor Neurol Neurosci 1999;14:85-92.
- 10 Brenneman FD, Katyal D, Boulanger BR, Tile M, Redelmeier DA. Long-term outcomes in open pelvic fractures. J Trauma 1997;42:773-7.

- 11 Breyer F, Zweifel P, Kifmann M. Gesundheitsökonomik. 5th ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2005.
- 12 Bühl A, Zöfel P. SPSS 11 - Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 8th ed. München: Pearson Studium, 2002.
- 13 Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2005. Berlin, 2005.
- 14 Casarett D. Ethical considerations in end-of-life care and research. *J Palliat Med* 2005;8 Suppl 1:148-60.
- 15 Culemann U, Tosounidis G, Reilmann H, Pohlemann T. Beckenringverletzung: Diagnostik und aktuelle Behandlungsmöglichkeiten. *Unfallchirurg* 2004;107:1169-81.
- 16 Dimopoulou I, Anthi A, Mastora Z et al. Health-related quality of life and disability in survivors of multiple trauma one year after intensive care unit discharge. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:171-6.
- 17 Enderson BL, Reath DB, Meadors J, Dallas W, DeBoo JM, Maull KI. The tertiary trauma survey: a prospective study of missed injury. *J Trauma* 1990;30:666-9.
- 18 Foltin E, Stockinger A. Einfluß des Verletzungsmusters auf die Vorhersagekraft von vier Polytraumascores. *Unfallchirurg* 1999;102:98-109.
- 19 Gallay SH, Hupel TM, Beaton DE, Schemitsch EH, McKee MD. Functional Outcome of Acromioclavicular Joint Injury in Polytrauma Patients. *J Orthop Trauma* 1998;12:159-63.
- 20 Gillon R. Principles of Health Care Ethics. 1th ed. London: Wiley John & Sons, 1994.
- 21 Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C et al. Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma* 2003;55:228-34.

- 22 Hebert JS, Burnham RS. The effect of polytrauma in persons with traumatic spine injury. A prospective database of spine fractures. *Spine* 2000;25:55-60.
- 23 Heinzelmann M, Imhof H-G, Trentz O. Schockraummanagement bei polytraumatisierten Patienten mit Schädel-Hirn-Verletzungen. *Unfallchirurg* 2004;107:871-80.
- 24 Heller M, Blanke J, Draijer F, Brossmann J, Egbers HJ, Havemann D. Beckenringverletzungen. *Radiologe* 1998;38:702-9.
- 25 Heuchemer T, Waidelich H, Haberle HJ, Bargon G. Diagnostik des Wirbelsäulentraumas: Indikation zur CT und Myelo-CT am Unfalltag. *RöFo* 1992;156:156-9.
- 26 Heyde CE, Ertel W, Kayser R. Die Versorgung von Wirbelsäulenverletzungen beim Polytrauma. *Orthopäde* 2005;34:889-905.
- 27 Heyer CM, Rduch G, Kagel T et al. Prospektive, randomisierte Evaluation eines modifizierten Mehrdetektor-CT-Protokolls in der Initialdiagnostik beim Polytrauma. *RöFo* 2005;177:242-9.
- 28 Heyer CM, Rduch GJ, Wick M, Bauer TT, Muhr G, Nicolas V. Anwendung der 16-Zeilen-Mehrdetektor-CT in der Initialdiagnostik beim Polytrauma: Eine Zeitanalyse. *RöFo* 2005;177:1677-82.
- 29 Hildebrand F, Giannoudis P, Krettek C, Pape HC. Damage control: extremities. *Injury* 2004;35:678-89.
- 30 Jelly LM, Evans DR, Easty MJ, Coats TJ, Chan O. Radiography versus spiral CT in the evaluation of cervicothoracic junction injuries in polytrauma patients who have undergone intubation. *Radiographics* 2000;20:251-9.
- 31 Keel M, Trentz O. Pathophysiology of polytrauma. *Injury* 2005;36:691-709.
- 32 Kinzl L, Gebhard F, Arand M. Polytrauma und Ökonomie. *Unfallchirurgie* 1996;22:179-85.

- 33 Klöppel R, Schreiter D, Dietrich J, Josten C, Kahn T. Frühes klinisches Management nach Polytrauma mit 1- und 4-Schicht-Spiral-CT. *Radiologe* 2002;42:541-6.
- 34 Kotaniemi JT, Hassi J, Kataja M et al. Does non-responder bias have a significant effect on the results in a postal questionnaire study? *Eur J Epidemiol* 2001;17:809-17.
- 35 Lauterbach KW, Schrappe M. Gesundheitsökonomie, Qualitätsmanagement und Evidence-based Medicine. 1th ed. Stuttgart: Schattauer GmbH, 2001.
- 36 Lehmann U, Krettek C. Polytrauma mit Schädel-Hirn-Verletzungen. *Unfallchirurg* 2001;104:195.
- 37 Leidner B, Adiels M, Aspelin P, Gullstrand P, Wallen S. Standardized CT examination of the multitraumatized patient. *Eur Radiol* 1998;8:1630-8.
- 38 Leidner B, Beckman MO. Standardized whole-body computed tomography as a screening tool in blunt multitrauma patients. *Emerg Radiol* 2001;8:20-8.
- 39 Liebig V. Verletztenversorgung 2020: Zukunftsmanagement im Krankenhaus. *Unfallchirurg* 1999;102:406-12.
- 40 Liener UC, Gebhard F, Kinzl L. Unfallchirurgie 2020: Entwicklungen der Vergangenheit - Herausforderungen und Perspektiven der Zukunft. Teil I: Unfallchirurgische Versorgung. *Unfallchirurg* 1999;102:413-20.
- 41 Lindner T, Bail HJ, Manegold S, Stockle U, Haas NP. Schockraumdiagnostik: Initiale Diagnostik beim stumpfen Abdominaltrauma. *Unfallchirurg* 2004;107:892-902.
- 42 Linsenmaier U, Rieger J, Brandl T et al. New method for fast spiral CT of trauma patients: RUSH CT. *Emerg Radiol* 2000;7:135-41.
- 43 Linsenmaier U, Kanz KG, Mutschler W, Pfeifer KJ. Radiologische Diagnostik beim Polytrauma: Interdisziplinäres Management. *RöFo* 2001;173:485-93.

- 44 Linsenmaier U, Kanz KG, Rieger J, Rock C, Pfeifer KJ, Reiser M. Strukturierte radiologische Diagnostik beim Polytrauma. Radiologe 2002;42:533-40.
- 45 Linsenmaier U, Krotz M, Hauser H et al. Whole-body computed tomography in polytrauma: techniques and management. Eur Radiol 2002;12:1728-40.
- 46 Löw R, Düber C, Kreitner K-F et al. Radiologische Diagnostik polytraumatisierter Patienten. Dtsch Ärztebl 2001;98:1744-50.
- 47 Löw R, Düber C, Schweden F, Lehmann L, Blum J, Thelen M. Ganzkörper-Spiral-CT zur Primärdiagnostik polytraumatisierter Patienten unter Notfallbedingungen. RöFo 1997;166:382-8.
- 48 MacKenzie EJ, McCarthy ML, Ditunno JF et al. Using the SF-36 for characterizing outcome after multiple trauma involving head injury. J Trauma 2002;52:527-34.
- 49 Maghsudi M, Nerlich M. Polytrauma. Internist (Berl) 1998;39:188-94.
- 50 Matthes G, Seifert J, Ostermann PA, Wurfel S, Ekkernkamp A, Wich M. Die Frühletalität des Schwerstverletzten - Eine Retrospektive Ursachenanalyse. Zentralbl Chir 2001;126:995-9.
- 51 Mill JS. Der Utilitarismus. Stuttgart: Reclam, 1991.
- 52 Miller MT, Pasquale MD, Bromberg WJ, Wasser TE, Cox J. Not so FAST. J Trauma 2003;54:52-9.
- 53 Nast-Kolb D. Grenzen in der Behandlung Schwerstverletzter. Anaesthesist 2000;49:51-7.
- 54 Nast-Kolb D, Trupka A, Ruchholtz S, Schweiberer L. Abdominaltrauma. Unfallchirurg 1998;101:82-91.
- 55 Nast-Kolb D, Waydhas C, Kanz KG, Schweiberer L. Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma. Unfallchirurg 1994;97:292-302.

- 56 Neugebauer E, Hensler T, Rose S et al. Das schwere Schädel-Hirn-Trauma beim Mehrfachverletzten: Eine Bestandsaufnahme zur Interaktion lokaler und systemischer Mediatorwirkungen. Unfallchirurg 2000;103:122-31.
- 57 Novelline RA, Rhea JT, Rao PM, Stuk JL. Helical CT in emergency radiology. Radiology 1999;213:321-39.
- 58 Oliver CW, Twaddle B, Agel J, Routt ML, Jr. Outcome after pelvic ring fractures: evaluation using the medical outcomes short form SF-36. Injury 1996;27:635-41.
- 59 Pape HC, Giannoudis PV, Krettek C, Trentz O. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making. J Orthop Trauma 2005;19:551-62.
- 60 Pape HC, Hildebrand F, Krettek C. Entscheidungsfindung und Prioritäten der operativen Behandlungsstrategie während und nach der Schockraumversorgung. Unfallchirurg 2004;107:927-36.
- 61 Pape HC, Mahlke L, Schaefer O, Krettek C. Gedanken zu ökonomischen Aspekten der Behandlung Schwerverletzter unter den Bedingungen der „diagnosis related groups“ (DRG). Unfallchirurg 2003;106:869-73.
- 62 Pehle B, Nast-Kolb D, Oberbeck R, Waydhas C, Ruchholtz S. Wertigkeit der körperlichen und radiologischen Basisdiagnostik des Beckens in der Schockraumbehandlung. Unfallchirurg 2003;106:642-8.
- 63 Pirente N, Bouillon B, Schafer B et al. Systematische Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität beim polytraumatisierten Patienten. Die Polytrauma-Outcome-(POLO-)Chart. Unfallchirurg 2002;105:413-22.
- 64 Pirente N, Gregor A, Bouillon B, Neugebauer E. Lebensqualität schwerstverletzter Patienten ein Jahr nach Trauma - eine Matched-pair-Studie im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe. Unfallchirurg 2001;104:57-63.

- 65 Platzer P, Jaindl M, Thalhammer G et al. Clearing the cervical spine in critically injured patients: a comprehensive C-spine protocol to avoid unnecessary delays in diagnosis. *Eur Spine J* 2006;15:1801-10.
- 66 Pohlemann T, Gänsslen A, Stief CH. Komplexe Verletzungen des Beckens und Acetabulums. *Orthopäde* 1998;27:32-44.
- 67 Pryor JP, Reilly PM. Initial care of the patient with blunt polytrauma. *Clin Orthop Relat Res* 2004;30-6.
- 68 Rammelt S, Biewener A, Grass R, Zwipp H. Verletzungen des Fußes beim polytraumatisierten Patienten. *Unfallchirurg* 2005;108:858-65.
- 69 Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H. Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German Level I Trauma Center. *J Trauma* 1995;38:70-8.
- 70 Regel G, Lobenhoffer P, Lehmann U, Pape HC, Pohlemann T, Tscherne H. Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter: Eine vergleichende Analyse von 3406 Fällen zwischen 1972 und 1991. *Unfallchirurg* 1993;96:350-62.
- 71 Reusch A, Zwingmann C, Faller H. Empfehlungen zum Umgang mit Daten in der Rehabilitationssforschung. Regensburg: S. Roder Verlag, 2002.
- 72 Richter-Turtur M. Wirbelsäulenverletzungen bei polytraumatisierten Patienten. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd* 1992;311-5.
- 73 Rieger M, Sparr H, Esterhammer R et al. Moderne CT-Diagnostik des akuten Thorax- und Abdominaltraumas. *Anaesthesist* 2002;51:835-42.
- 74 Röhl B, Sadick M, Diehl S, Obertacke U, Duber C. Ganzkörper-MSCT beim Polytrauma: Abdominelle Verletzungen. *RöFo* 2005;177:1641-8.
- 75 Rösch M, Klose T, Leidl R, Gebhard F, Kinzl L, Ebinger T. Kostenanalyse der Behandlung polytraumatisierter Patienten. *Unfallchirurg* 2000;103:632-9.

- 76 Rüter A, Trentz O, Wagner M. Unfallchirurgie. 1th ed. München: Urban & Fischer, 1995.
- 77 Schmitt R, Schindler G, Gay B, Brendel H, Riemenschneider J. Computertomographische Diagnostik bei Acetabulumfrakturen. RöFo 1987;146:628-35.
- 78 Schröder RJ, Albus M, Kandziora F et al. Wertigkeit der dreidimensionalen Rekonstruktion in der CT-Diagnostik traumatischer Wirbelsäulenfrakturen. RöFo 2003;175:1500-7.
- 79 Schröder RJ, Vogl T, Hidajat N et al. Vergleich der diagnostischen Bedeutung von CT und MRT bei Halswirbelsäulenverletzungen. Aktuelle Radiol 1995;5:197-202.
- 80 Schwermann T, Grotz M, Blanke M et al. Evaluation der Kosten polytraumatisierter Patienten insbesondere aus der Perspektive des Krankenhauses. Unfallchirurg 2004;107:563-74.
- 81 Seekamp A, Burkhardt M, Pohlemann T. Schockraummanagement bei Verletzungen des Beckens. Eine systematische Literaturübersicht. Unfallchirurg 2004;107:903-10.
- 82 Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. J Trauma 2003;55:665-9.
- 83 Stahel PF, Heyde CE, Wyrwich W, Ertel W. Aktuelle Konzepte des Polytraumamanagements: Von ATLS zu "Damage Control". Orthopäde 2005;34:823-36.
- 84 Stahel PF, Schneider P, Buhr HJ, Kruschewski M. Die Notfallversorgung des Thoraxtraumas. Orthopäde 2005;34:865-79.
- 85 Stalp M, Koch C, Regel G, Krettek C, Pape HC. Entwicklung eines Instruments zur quantitativen und reproduzierbaren Rehabilitationserfassung nach Polytrauma (HASPOC). Chirurg 2001;72:312-8.
- 86 Statistisches Bundesamt. Todesursachen in Deutschland 2004. Wiesbaden, 2006.

- 87 Statistisches Bundesamt. Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern 2004. Wiesbaden, 2006.
- 88 Stengel D, Bauwens K, Sehouli J et al. Systematic review and meta-analysis of emergency ultrasonography for blunt abdominal trauma. *Br J Surg* 2001;88:901-12.
- 89 Stengel D, Bauwens K, Sehouli J et al. Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;4446.
- 90 Stewart BG, Rhea JT, Sheridan RL, Novelline RA. Is the screening portable pelvis film clinically useful in multiple trauma patients who will be examined by abdominopelvic CT? Experience with 397 patients. *Emerg Radiol* 2002;9:266-71.
- 91 Stuhlfaut JW, Soto JA, Lucey BC et al. Blunt abdominal trauma: performance of CT without oral contrast material. *Radiology* 2004;233:689-94.
- 92 Sturm JA, Lackner CK, Bouillon B. Advanced-Trauma-Life- Support-Programm (ATLS®). *Trauma Berufskrankh* 2004;6:146-8.
- 93 Trupka A, Kierse R, Waydhas C et al. Schockraumdiagnostik beim Polytrauma - Wertigkeit der Thorax CT. *Unfallchirurg* 1997;100:469-76.
- 94 Trupka A, Nast-Kolb D, Schweiberer L. Das Thoraxtrauma. *Unfallchirurg* 1998;101:244-58.
- 95 Tscherne H, Pohlemann T, Gänsslen A. Klassifikation, Einstufung, Dringlichkeit und Indikation bei Beckenverletzungen. *Zentralbl Chir* 2000;125:717-24.
- 96 Tscherne H, Regel G. Tscherne Unfallchirurgie: Trauma-Management. 1th ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1997.
- 97 Turetschek K, Wunderbaldinger P, Zontsich T. Trauma des Gesichtsschädels und der Schädelkalotte. *Radiologe* 1998;38:659-66.

- 98 Ware JE, Kosinski M, Dewey JE. How to Score Version 2 of the SF-36 Health Survey. 3th ed. Lincoln: QualityMetric Incorporated, 2001.
- 99 Waydhas C, Kanz KG, Ruchholtz S, Nast-Kolb D. Algorithmen in der Traumaversorgung. Unfallchirurg 1997;100:913-21.
- 100 Wenz W. Ethik in der Radiologie. Schweiz Med Wochenschr 1991;121:275-81.
- 101 Wiesmann M, Bruckmann H. Bildgebende Diagnostik akuter Schädel-Hirn-Verletzungen. Radiologe 1998;38:645-58.
- 102 World Health Organization. Health Promotion Glossary. Genf: WHO, 1998.
- 103 Wurmb T, Fruhwald P, Brederlau J, Maroske J, Schindler G, Roewer N. Schockraummanagement ohne konventionelle Radiographie? Macht der Computertomograph die Röntgenröhre überflüssig? Anaesthesist 2006;55:17-25.
- 104 Wurmb T, Fruhwald P, Brederlau J et al. Der Würzburger Schockraumalgorithmus: Gesamtkonzept und erste Ergebnisse einer "sliding-gantry-basierten" Computertomographiediagnostik. Anaesthesist 2005;54:763-8.
- 105 Young JW, Burgess AR, Brumback RJ, Poka A. Pelvic fractures: value of plain radiography in early assessment and management. Radiology 1986;160:445-51.
- 106 Zelle B, Stalp M, Weihs C et al. Hannover Score for Polytrauma Outcome (HASPOC) - Validierung am Beispiel von 170 Polytrauma-Patienten und Vergleich mit dem SF-12. Chirurg 2003;74:361-9.
- 107 Zwipp H, Dahlen C, Grass R, Rammelt S. Verletzungen des Beckenringes. Der Weg zur exakten Diagnose: Welche bildgebenden Verfahren sind angezeigt? Synopsis der Informationen. Zentralbl Chir 2000;125:730-6.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Altersstruktur der Studienpopulation.	34
Abb. 2: Verteilung der Patienten auf die PTS-Gruppen.....	34
Abb. 3: Verhältnis der Gesamtstudienpopulation zur Anzahl verstorbener Patienten.....	35
Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Patientenliegedauer auf der Intensivstation.....	36
Abb. 5: Liegedauer auf der Intensivstation differenziert nach PTS-Gruppen.....	36
Abb. 6: Verhältnis der absoluten CT-Befundhäufigkeiten der BG-B zur BG-C.	38
Abb. 7: Patientenanzahl mit CT-Befund in den Untersuchungsregionen.	39
Abb. 8: Relative Häufigkeiten erhobener CT-Zusatzbefunde (BG-B).	40
Abb. 9: Relative Häufigkeiten erhobener CT-Neubefunde (BG-C).	41
Abb. 10: Häufigkeit von Verletzungskombinationen in der Studienpopulation.....	43
Abb. 11: Mittelwerte der Intensivliegedauer innerhalb der Untersuchungsregionen der BG-B...	45
Abb. 12: Mittelwerte der Intensivliegedauer innerhalb der Untersuchungsregionen der BG-C...	46
Abb. 13: Standardisierte SF-36-Punktwerte der körperlichen Funktionsfähigkeit (KÖFU).	48
Abb. 14: Standardisierte SF-36-Punktwerte der körperlichen Rollenfunktion (KÖRO).	48
Abb. 15: Standardisierte SF-36-Punktwerte des körperlichen Schmerzes (SCHM).....	48
Abb. 16: Standardisierte SF-36-Punktwerte des allg. Gesundheitszustandes (AGES).....	48
Abb. 17: Standardisierte SF-36-Punktwerte der Vitalität und körperlichen Energie (VITA).	49
Abb. 18: Standardisierte SF-36-Punktwerte der sozialen Funktionsfähigkeit (SOFU).	49
Abb. 19: Standardisierte SF-36-Punktwerte der emotionalen Rollenfunktion (EMRO).	49
Abb. 20: Standardisierte SF-36-Punktwerte des psychischen Wohlbefindens (PSYC).....	49
Abb. 21: Mittelwerte der SF-36-Summenskalen.....	53
Abb. 22: SF-36-Summenwerte für Patienten mit Befunden der BG-B.....	55
Abb. 23: SF-36-Summenwerte für Patienten mit Befunden der BG-C.....	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beziehung der Neubefund-Klassifikation (BG-C) zur Verletzungsschwere.	42
Tabelle 2: SF-36-Mittelwerte der Studienpopulation mit Standardabweichung.....	51
Tabelle 3: 95%-Konfidenzintervall der SF-36-Skalenwerte der Studienpopulation.	52
Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichung der SF-36-Summenskalen.....	56

Danksagung

Meine Danksagung wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Erklärung an Eides Statt

„Ich, Steffen Knopke, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Beziehung zwischen primären Multi-Slice-CT-Befunden und posttraumatischer Lebensqualität bei polytraumatisierten Patienten“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, 11. Januar 2009

Steffen Knopke