

Aus dem Lehrstuhl für Epidemiologie am UNIKA-T-Augsburg  
Lehrstuhl der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Jakob Linseisen

Titel

**Zusammenhang zwischen Herzfrequenz, verschiedenen Blutdruckparametern  
und Schockindex bei Krankenhausaufnahme und der Kurzzeitmortalität bei  
Patienten mit akutem inzidenten Herzinfarkt**

## Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Humanmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Johannes Wagner

aus  
Friedberg

Jahr  
2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Christine Meisinger

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Martin Orban

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Dr. Inge Kirchberger

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 14.07.2022

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
1.1	Der akute Myokardinfarkt .....	5
1.2	Epidemiologie .....	5
1.3	Atherosklerose als Ursache für einen akuten Myokardinfarkt.....	7
1.4	Kardiovaskuläre Risikofaktoren .....	8
1.5	Gesellschaftliche und individuelle Auswirkungen von Herz-Kreislauf- Erkrankungen .....	9
2	Prognostische Faktoren bei akutem Herzinfarkt .....	10
3	Stand der Wissenschaft .....	10
4	Ziel der Arbeit und Fragestellung .....	12
5	Material und Methoden .....	12
5.1	Studienpopulation und Datenerhebung .....	12
5.2	Variablen .....	14
5.3	Statistische Auswertung .....	16
6	Ergebnisteil .....	17
6.1	Beschreibung der Gesamtstichprobe .....	17
6.2	Vitalparameter bei Aufnahme .....	18
6.2.1	Herzfrequenz .....	20
6.2.2	Blutdruck systolisch .....	20
6.2.3	Blutdruck diastolisch .....	22
6.2.4	Blutdruck diastolisch .....	22
6.2.5	Arterieller Mitteldruck .....	25
6.2.6	Blutdruckamplitude .....	25
6.2.7	Schockindex (SI).....	25
6.2.8	Modifizierter Schockindex (MSI) .....	29
6.3	Ergebnisse der logistischen Regressionsanalysen.....	30
6.3.1	Herzfrequenz (HF) .....	30
6.3.2	Systolischer Blutdruck.....	31
6.3.3	Diastolischer Blutdruck .....	32
6.3.4	Arterieller Mitteldruck (MAP) .....	32
6.3.5	Blutdruckamplitude (Pulse Pressure, PP) .....	33
6.3.6	Schockindex (SI).....	34
6.3.7	Modifizierter Schockindex (MSI) .....	34
6.4	Prädiktoren der 28-Tage-Mortalität bei Patienten mit inzidentem Myokardinfarkt.....	35

6.5	Ermittlung der Cut-Off-Werte für den Schockindex/modifizierten Schockindex (Youden-Index).....	38
7	Diskussion.....	40
7.1	Herzfrequenz (HF) und Kurzzeitmortalität .....	40
7.2	Systolischer Blutdruck, diastolischer Blutdruck und Kurzzeitmortalität .....	41
7.3	Arterieller Mitteldruck (MAP) und Kurzzeitmortalität .....	42
7.4	Blutdruckamplitude (PP) und Kurzzeitmortalität .....	42
7.5	Schockindex und Kurzzeitmortalität.....	43
7.6	Modifizierter Schockindex (MSI) und Kurzzeitmortalität .....	44
7.7	Bester Prädiktor der Kurzzeitmortalität .....	45
8	Limitationen und Stärken der Arbeit .....	46
9	Schlussfolgerung.....	46
10	Zusammenfassung .....	47
11	Literaturverzeichnis.....	49
12	Abbildungsverzeichnis .....	53
13	Tabellenverzeichnis .....	53
14	Eidesstattliche Versicherung.....	54
15	Danksagung.....	55

# 1 Einleitung

## 1.1 Der akute Myokardinfarkt

Typisches Symptom eines Herzinfarktes ist ein plötzlich auftretender, anhaltender, meist sehr starker Schmerz im Brustbereich, der in die Schultern (meist linksseitig), den Unterkiefer, den Rücken und den Oberbauch ausstrahlen kann. Oftmals wird dieser Schmerz von Übelkeit/Erbrechen und Schweißausbrüchen/Kaltschweißigkeit begleitet. Ein Teil der Herzinfarkte kann jedoch ohne Beschwerden auftreten („stummer Herzinfarkt“). Zudem kann sich ein Infarkt bei Frauen auch mit anderen, zum Teil sehr unspezifischen Symptomen, wie Übelkeit, Erbrechen, oder Kiefer- und Halsschmerzen, sowie auch Beschwerden im Oberbauch äußern (1).

Bei einem akuten Herzinfarkt kommt es aufgrund stark verengter oder akut, aufgrund einer Plaqueruptur und in der Folge verschlossener Herzkranzgefäße, zu einer Minderdurchblutung des Herzmuskels mit Untergang von Muskelfasern. Je länger die Minderdurchblutung anhält, desto mehr Herzmuskelgewebe und damit funktionsfähiges Myokard geht verloren und innerhalb von ca. 5 bis 6 Wochen nach überlebtem Infarkt wird dieses durch Narbengewebe ersetzt.

Als Folge dieser Schädigung des Herzmuskels können vor allem lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen entstehen oder andererseits durch Reduzierung der Muskelmasse eine reduzierte Pumpleistung beziehungsweise Auswurffraktion resultieren und in einer chronischen Herzinsuffizienz münden (2).

## 1.2 Epidemiologie

Im Jahr 2017 verstarben in Deutschland insgesamt 932.272 Menschen. Davon ging mehr als ein Drittel der Todesfälle (34.4524; 36,7%) auf eine Erkrankung des Herz-Kreislaufsystems zurück, allen voran die ischämische Herzkrankheit mit 125.614 Todesfällen, deren maximale Ausprägung der Herzinfarkt darstellt. 46966 Menschen starben im Jahr 2017 an einem akuten Herzinfarkt (3).

Insgesamt hat in den letzten Jahren bei akuten Myokardinfarkten sowohl die Inzidenz als auch die Reinfarktrate und 28-Tage-Mortalität abgenommen. Wie Zahlen aus dem KORA Herzinfarktregister in Augsburg zeigen (siehe Tabelle 1), sank die

Erstinfarktrate je 100.000 Einwohner zwischen 1985/87 und 2015/17 von 340 auf 228 bei den 25-74jährigen Männern und von 102 auf 78 bei den Frauen gleichen Alters ab. Im genannten Zeitraum zeigte sich bei den Reinfarkten ein Rückgang von 142/100.000 Einwohner auf 70/100.000 Einwohner bei den 25-74jährigen Männern und von 25/100.000 Einwohner auf 16/100.000 Einwohner bei den 25-74jährigen Frauen. Unter Einschluss der prähospital Verstorbenen überlebten 2015/17 64% der 25-74-jährigen Männer und 60% der Frauen im gleichen Altersbereich ihren Infarkt mindestens 28 Tage; 1985/87 waren das nur 46% der männlichen und 36% der weiblichen Herzinfarktpatienten (Tabelle1).

Tabelle 1: Zeitlicher Trend der Herzinfarkt-Raten je 100.000 Einwohner (95% Konfidenzintervalle) und 28-Tage-Mortalität in %, Alter 25-74 Jahre, altersstandardisiert (Augsburger Bevölkerung)

	1985-1987	1998-2000	2009-2011	2015-2017
<b>Männer</b>	2.123	2.185	2.124	1.982
Erstinfarkte je 100.000 Einwohner (Inzidenz)	340 (323-357)	278 (265-292)	255 (242-267)	228 (217-240)
Reinfarkte je 100.000 Einwohner	142 (131-153)	87 (79-94)	73 (66-80)	70 (64-77)
28-Tage-Mortalität (%)	53,7	49,6	37,9	35,5
<b>Frauen</b>	823	781	735	642
Erstinfarkte je 100.000 Einwohner (Inzidenz)	102 (94-110)	91 (84-98)	91 (84-98)	78 (72-85)
Reinfarkte je 100.000 Einwohner	25 (22-29)	20 (17-24)	16 (13-19)	16 (13-19)
28-Tage-Mortalität (%)	63,3	59,5	41,36	39,6

Inzidenz: tödliche und nichttödliche Erstinfarkte; 28-Tage-Mortalität (%): Sterberate dividiert durch Erkrankungsrate x 100

### 1.3 Atherosklerose als Ursache für einen akuten Myokardinfarkt

Ursache für einen akuten Herzinfarkt ist im Allgemeinen eine zugrundeliegende Atherosklerose, die eine Unterform der Arteriosklerose (Verhärtung der Arterienwand) darstellt, bei der es auf Grund multipler Prozesse an der Gefäßinnenwand zu lipidhaltigen Ablagerungen (Plaques) kommt (2).

Am Anfang der Pathogenese einer koronaren Herzkrankheit (KHK) steht eine endotheliale Dysfunktion, wodurch es zu einer Einschwemmung von LDL-Cholesterin in die Intima und zu einer Einwanderung von Monozyten kommt. Diese wandeln sich in der Intima zu Makrophagen um, die in sog. Schaumzellen umgewandelt werden. Die Makrophagen schütten darüber hinaus Zytokine aus und zusammen mit Lymphozyten leiten sie die Entzündung der Gefäßwand ein, welche zum Abbau von Kollagen führt und die Entstehung einer fibrösen Plaque bedingt (siehe Abbildung 1).

Je weiter diese Prozesse fortschreiten, desto mehr stenosieren Gefäße und engen das Gefäßlumen ein. Darüber hinaus kann es zu thromboembolischen Ereignissen kommen, bei der aufgrund von Ulzerationen bzw. Rupturen von Plaques, thrombogenes Material freigelegt wird und zu einer lokalen Thrombose oder Embolie, d.h. zu einem Gefäßverschluss (z.B. Myokardinfarkt) führt (3,4).

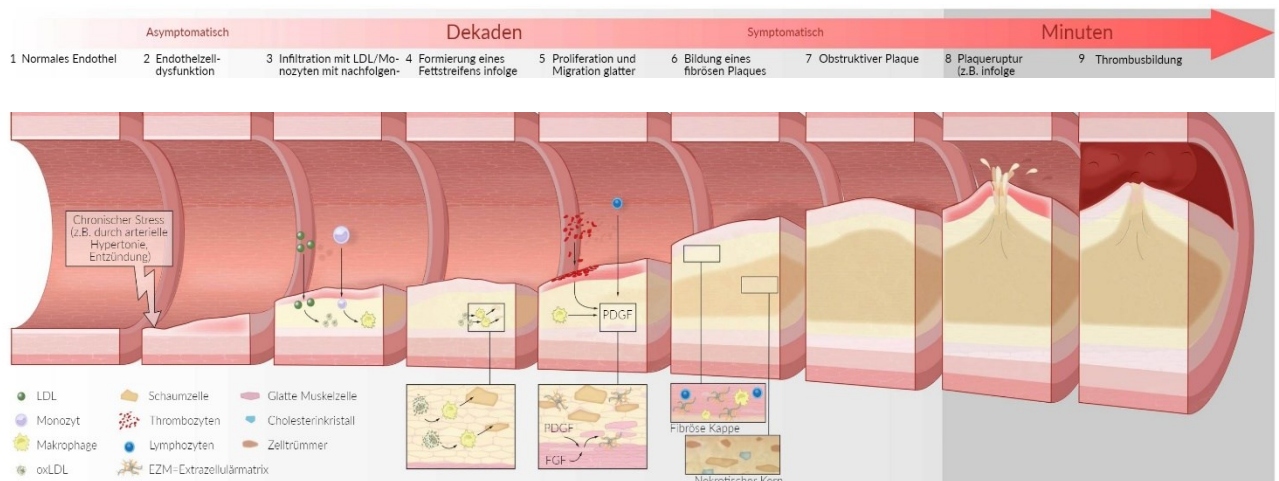


Abbildung 1: Darstellung des atherosklerotischen Gefäßprozesses

Aus: AMBOSS GmbH; Kapitel: Atherosklerose und kardiovaskuläre Prävention (3)

## 1.4 Kardiovaskuläre Risikofaktoren

Bei der Entstehung von atherosklerotisch bedingten Herz-Kreislaufkrankungen kommt bestimmten Risikofaktoren eine besondere Rolle zu, die in groß angelegten epidemiologischen Studien (z.B. Framingham Studie, MONICA Studie) in den letzten Jahrzehnten ermittelt und näher untersucht wurden (5,6). Dabei werden nicht beeinflussbare Risikofaktoren von solchen, die durch den Patienten aktiv beeinflusst werden können, unterschieden (7).

Zu den nicht beeinflussbaren Faktoren zählen das Lebensalter, wobei die Anzahl und Schwere atherosklerotischer Läsionen mit steigendem Alter zunehmen. Ebenso spielt das Geschlecht eine wichtige Rolle. So entstehen atherosklerotische Läsionen bei Männern bereits früher und auch häufiger.

Die genetische Disposition ist ein weiterer bedeutender Faktor, der zur Entstehung einer Gefäßschädigung beiträgt. Hierunter fallen zum einen die geographische Herkunft, familiäre Fettstoffwechselstörungen, sowie auch eine positive Familienanamnese mit atherosklerotischen Erkrankungen bei Verwandten ersten Grades.

Die Liste bekannter beeinflussbarer, d.h. modifizierbarer Risikofaktoren ist lang und erfährt durch die Forschung eine ständige Erweiterung. Beispielsweise stellt der Tabakkonsum einen Hauptrisikofaktor dar, welchem durch Kampagnen, Gesetze, und vielfältige Aufklärungsarbeit versucht wird, entgegenzutreten. Ähnlich verhält es sich mit einer überhöhten Kalorienzufuhr und einer ungünstigen Ernährungsweise (Trans-Fettsäuren, Natrium, gezuckerte Getränke), die sich vor allem in Kombination mit mangelnder körperlicher Aktivität und sitzenden Tätigkeiten in erheblichem Maße auf die Entstehung einer Atherosklerose auswirken. Nicht zuletzt kann diese auch durch eine auf dem Boden dieser Lebensgewohnheiten entstandenen oder begünstigten obstruktiven Schlafapnoe verbunden mit mehrmaligem kurzzeitigem nächtlichem Erwachen und daraus resultierendem Stress für den Körper in Form einer Sympathikusaktivierung mit Katecholaminausschüttung voranschreiten.

Weitere Hauptrisikofaktoren für die Entstehung einer Atherosklerose sind ein bestehender Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen sowie ein Bluthochdruck (7).



Unter den modifizierbaren Faktoren gibt es auch viele eher schwierig zu beeinflussende Faktoren. Dazu zählen beispielsweise psychosoziale Faktoren, zu denen soziale Isolierung, ein niedriger sozioökonomischer Status oder bestehende psychische Erkrankungen wie Depression oder Angststörung zählen (8).

## 1.5 Gesellschaftliche und individuelle Auswirkungen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Neben den weitreichenden Auswirkungen und Konsequenzen für die Lebensqualität und -quantität, eines jeden einzelnen Erkrankten, muss auch die Bedeutung dieser Erkrankungen für die Gesellschaft gesehen werden. So kann es beispielsweise zu einer geringeren Belastbarkeit im Alltag kommen, die dann möglicherweise zu einer geringeren Teilhabe am gesellschaftlichen Leben führt, die dann im schlimmsten Fall in eine Depression übergehen kann. Andererseits kommt es zu einem Ausfall von Arbeitsleistung (indirekte Krankheitskosten), darüber hinaus entstehen durch diese Krankheiten auch erhebliche direkte Kosten. Im Jahr 2015 beliefen sich die Krankheitskosten insgesamt in Deutschland auf rund 338,2 Mrd. Euro. Der größte Einzelanteil daran entfiel dabei mit 13,7% (46,4 Mrd. Euro) auf Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems. Darunter machten die Ischämischen Herzkrankheiten einen Anteil von 2,0% aus (6,78 Mrd. Euro) (9).

Auf Grund dieser Zahlen wird die Tragweite von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, insbesondere der KHK, und die Notwendigkeit von geeigneten Präventionsmaßnahmen deutlich. Einerseits ist es wichtig, durch Primärprävention in Form einer Lebensstiländerung oder durch den Einsatz von Medikamenten die Krankheitsentstehung zu verhindern bzw. zu verzögern. Andererseits ist es notwendig, bei bereits bestehenden Herz-Kreislauf-Erkrankungen sekundärpräventive Maßnahmen zu etablieren, welche die Gesundheit, Lebensqualität und Leistungsfähigkeit der Patienten insbesondere nach einem stattgehabten Ereignis wie einem akuten Herzinfarkt bestmöglich wiederherstellen beziehungsweise vor einem erneuten Ereignis schützen können.

## 2 Prognostische Faktoren bei akutem Herzinfarkt

Neben bestehenden Risikofaktoren wie Alter, Bluthochdruck und Komorbiditäten, wie z.B. Diabetes und Niereninsuffizienz (10) hat die klinische Präsentation bei Krankenhausaufnahme einen bedeutenden Einfluss auf den Krankenhausverlauf und die Kurzzeitmortalität bei Patienten mit akutem Herzinfarkt. Vor allem Veränderungen im Aufnahme-EKG können einen Hinweis auf die Schwere des Infarktes geben; darüber hinaus liefern Biomarker, allen voran Troponin eine Risikovorhersage. Je höher die Aufnahme-Troponinwerte, desto größer der Schaden am Myokard und dementsprechend auch das Mortalitätsrisiko, insbesondere bei nachweisbarer Dynamik der Werte (11). Weitere prognostisch relevante klinische Charakteristika bei Aufnahme sind bekannt. Dazu zählen beispielsweise ein Vorhofflimmern im EKG (12), eine niedrige linksventrikuläre Auswurffraktion (13), sowie eine beeinträchtigte Nierenfunktion (13).

Um eine Aussage über das Mortalitätsrisiko von Herzinfarktpatienten machen zu können, wurden Risikoscores entwickelt, die eine Auswahl an prognosebestimmenden Risikofaktoren berücksichtigen. Neben dem TIMI (Thrombolysis in Myocardial Infarction Risk Score) Risiko Score (14) ist hier der GRACE-Score (14) als die am besten in der Klinik etablierten Scores zu nennen; jedoch gibt es eine Vielzahl an weiteren Scores (HEART etc.) (15).

Trotz der bereits bestehenden Risikoscores ist die Identifikation von weiteren Risikofaktoren, die einen Einfluss auf die Kurzzeitmortalität von Herzinfarktpatienten haben, Gegenstand der Forschung. Ein Parameter, der aktuell Gegenstand von Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet ist, ist der Schockindex bzw. modifizierte Schockindex bei Krankenhausaufnahme (16-18). Jedoch waren und sind auch andere Blutdruckparameter bzw. die Herzfrequenz bei Aufnahme in Zusammenhang mit der Mortalität von wissenschaftlichem Interesse (19,20).

## 3 Stand der Wissenschaft

Mehrere Gruppen untersuchten die Aussage- beziehungsweise Vorhersagekraft des Schockindex (SI), d.h. dem Quotienten aus Herzfrequenz und systolischem Blutdruck, bei Patienten mit STEMI/NSTEMI hinsichtlich der Sterblichkeit (16, 21-24). Sie alle

konnten zeigen, dass ein positiver Schockindex mit einer erhöhten Mortalität einhergeht. Darüber hinaus gibt es Untersuchungen, die sich mit dem modifizierten Schockindex (MSI), d.h. dem Quotienten aus Herzfrequenz und mittlerem arteriellen Druck, und dessen prognostischer Aussagekraft bezüglich der Sterblichkeit bei STEMI-Patienten beschäftigten (17) mit ähnlichen Ergebnissen. Andere Studien stellten einen Vergleich zwischen dem SI und dem MSI als prognostischer Faktor an (18), wobei gezeigt wurde, dass beide Scores gute Prädiktoren der Sterblichkeit sind, der modifizierte Schockindex jedoch etwas überlegen ist.

In Untersuchungen zur Herzfrequenz bei NSTEMI-Patienten konnte bisher gezeigt werden, dass sowohl Patienten mit einer erniedrigten (<50 bpm), als auch einer erhöhten Herzfrequenz (>90 bpm) ein gesteigertes Risiko aufwiesen, während des Krankenhausaufenthaltes zu versterben oder einen Reinfarkt bzw. Schlaganfall zu erleiden (19). Eine aktuellere Untersuchung aus Deutschland mit Patienten, die einen Myokardinfarkt erlitten und auf einer spezialisierten Chest Pain Unit (CPU) versorgt wurden, kam zu ähnlichen Ergebnissen (25).

Bangalore et al. (20) untersuchten bei Patienten mit STEMI, ob und in welchem Ausmaß sich der systolische Blutdruck auf die Sterblichkeit auswirkt und zeigten, dass Patienten mit einem niedrigen systolischen Blutdruck bei Aufnahme ein schlechteres Outcome in Bezug auf die Mortalität haben.

Eine japanische Studie untersuchte bei Herzinfarktpatienten, welche eine Herzkatheteruntersuchung bekamen, den Zusammenhang zwischen dem bei Aufnahme erhobenen arteriellen Mitteldruckes (MAD) und der Sterblichkeit im Krankenhaus, mit dem Ergebnis, dass ein erniedrigter MAD (<79 mmHg) mit einer erhöhten Sterblichkeit verbunden war (26).

Eine andere Studie befasste sich mit dem Zusammenhang zwischen der Blutdruckamplitude (Pulse Pressure, PP) und einer erhöhten Sterblichkeit bei Patienten mit STEMI/NSTEMI (27), wobei sich eine niedrigere Blutdruckamplitude als nachteilig bezüglich des Überlebens darstellte.

Durch Ma et al. wurden mehrere Kreislaufparameter (systolischer/diastolischer Blutdruck, Blutdruckamplitude, arterieller Mitteldruck) im Hinblick auf eine erhöhte Kurzzeit-Sterblichkeit bei Patienten mit STEMI untersucht (28). Hierbei zeigte sich lediglich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem systolischen Blutdruck sowie

der Blutdruckamplitude und der Sterblichkeit, wobei die Blutdruckamplitude dem systolischen Blutdruck überlegen war.

## 4 Ziel der Arbeit und Fragestellung

Angesichts der bisherigen Studien zur Aussagekraft einzelner Kreislaufparameter bei Krankenhausaufnahme hinsichtlich der Sterblichkeit von Patienten mit akutem Myokardinfarkt, befasst sich die vorliegende Arbeit mit dem Zusammenhang zwischen der Herzfrequenz (HF), dem systolischen (RR sys) und diastolischen Blutdruck (RR dia), dem arteriellen Mitteldruck (MAP), der Blutdruckamplitude (Pulse Pressure PP), dem SI, sowie dem MSI bei Krankenhausaufnahme und der Kurzzeitsterblichkeit (28-Tage-Mortalität) bei Patienten mit inzidentem Herzinfarkt. Darüber hinaus werden die Parameter untereinander verglichen und untersucht, welcher dieser Parameter der beste Prädiktor für die Kurzzeitsterblichkeit von Herzinfarktpatienten ist.

Insbesondere soll die vorliegende Arbeit dazu beitragen, die Bedeutung des Schockindex bzw. modifizierten Schockindex als Risikoprädiktor für die Kurzzeitmortalität im Vergleich zu den anderen Blutdruckparametern bzw. zur Herzfrequenz bei Patienten mit akutem inzidenten Herzinfarkt zu untersuchen.

## 5 Material und Methoden

### 5.1 Studienpopulation und Datenerhebung

Die Analysen zu dieser Arbeit basieren auf Daten des KORA-Herzinfarktregisters in der Studienregion Augsburg, welches im Rahmen des WHO MONICA-Projektes vom Helmholtz Zentrum München (früher GSF) implementiert wurde. Seit 1984 werden durch das KORA-Herzinfarktregister Daten zu nichttödlichen Herzinfarkten sowie koronaren Todesfällen in der Studienregion Augsburg erhoben. Diese Daten werden seit dem Jahr 2000 zudem jährlich dem Bund zum Zwecke der Gesundheitsberichterstattung zur Verfügung stellt ([www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de)). Es werden dabei Daten von Herzinfarktpatienten in 8 Kliniken in der Studienregion selbst und 2 zusätzlichen Kliniken in angrenzenden Landkreisen erfasst.

Eingeschlossen werden alle neu aufgetretenen und im Krankenhaus behandelten akuten Herzinfarkte von Personen im Alter zwischen 25 – 74 Jahren (seit 2009 bis 84 Jahre, seit 2019 nach oben keine Altersgrenze mehr), deren Hauptwohnsitz im Gebiet Augsburg Stadt, Landkreis Augsburg sowie im Landkreis Aichach-Friedberg liegt. Alle eingeschlossenen Patienten mit einem nicht-tödlichen Herzinfarkt hatten mindestens 24 Stunden im Krankenhaus überlebt (MONICA-Definition).

Die akuten Herzinfarktfälle werden aktiv von den Krankenschwestern des Registers identifiziert. Für das Universitätsklinikum Augsburg, in das etwa 80% aller Herzinfarktpatienten eingewiesen werden, wird auf der Basis von Verdachtsdiagnosen täglich eine EDV-generierte Liste mit Herzinfarkt-Verdachtsfällen (Abfrage von Aufnahmediagnosen der Notaufnahme, Intensivstationen/der Aufnahmestation/der interdisziplinären Station sowie der 5 internen Hauptstationen des Klinikums) von den Krankenschwestern des Registers durchgesehen. Diese werden weiter hinsichtlich einer Infarktdiagnose abgeklärt. Wird ein ST-Hebungs- oder Nicht-ST-Hebungs-Herzinfarkt klinisch durch den Arzt bestätigt, wird der Patient von seinem behandelnden Arzt auf das Projekt hingewiesen. Bei Einverständnis des Patienten erfolgt die Kontaktaufnahme durch eine Krankenschwester des Registers (sobald der Patient auf der Normalstation liegt) (29,30).

In den anderen 7 Kliniken im Studiengebiet werden von den Krankenschwestern täglich die von den Krankenhäusern benannten Kontaktpersonen angerufen, um nach Herzinfarktpatienten zu fragen. Wird ein ST-Hebungs- oder Nicht-ST-Hebungs-Herzinfarkt klinisch durch den Arzt bestätigt, wird der Patient von seinem behandelnden Arzt über das Projekt aufgeklärt und die schriftliche Einwilligung zur Teilnahme eingeholt. Nach Unterzeichnung der Einverständniserklärung findet ein persönliches Patienteninterview auf Station statt, welches anhand eines standardisierten Fragebogens von einer dafür geschulten Studienschwester durchgeführt wird. In dem persönlichen Interview werden die Patienten zu den Umständen des akuten Herzinfarktes befragt, darüber hinaus werden soziodemografische Angaben und Angaben zur Familienanamnese, zur Medikamenteneinnahme, Risikofaktor- und Lebensstilfaktoren, Komorbiditäten und zur medizinischen Vorversorgung erhoben.

Schließlich werden die Patientenakten nach Entlassung der Patienten ausgearbeitet, um Informationen zur Diagnostik, zu invasiven und nicht-invasiven Therapien und zu Komplikationen während des stationären Aufenthaltes zu erheben.

In diese Arbeit wurden nur nicht-tödliche Erstinfarkte, die sich in den Jahren 2000 bis 2008 ereigneten, eingeschlossen, wodurch sich ein Grundkollektiv von 7116 Fällen mit inzidentem Herzinfarkt ergab. Aufgrund fehlender Angaben zu einzelnen für die Analyse relevanten Parametern mussten weitere Fälle ausgeschlossen werden, so dass am Ende 4843 Datensätze ausgewertet werden konnten.

## 5.2 Variablen

Die in den Analysen betrachteten Vitalparameter (Herzfrequenz, Blutdruck systolisch/diastolisch) wurden direkt bei Aufnahme der Patienten im Krankenhaus erhoben.

*Aus den Parametern systolischer Blutdruck, diastolischer Blutdruck und Herzfrequenz wurden weitere Variablen gebildet:*

- Arterieller Mitteldruck (MAP):  $\frac{2}{3} \times \text{Blutdruck diast. (mmHg)} + \frac{1}{3} \times \text{Blutdruck syst. (mmHg)}$
- Blutdruckamplitude (Pulse Pressure, PP):  $\text{Blutdruck syst. (mmHg)} - \text{Blutdruck diast. (mmHg)}$
- Schockindex (SI):  $\frac{\text{Herzfrequenz}}{\text{Blutdruck syst.}}$
- Modifizierter Schockindex (MSI):  $\frac{\text{Herzfrequenz}}{\text{arterieller Mitteldruck}}$

Für oben genannte Variablen und deren abgeleitete Variablen (MAP, PP) wurden für die Analysen jeweils Quartile gebildet (s. Tabelle 1). Für die Hauptparameter Schockindex/modifizierter Schockindex wurde jeweils ein geeigneter Cut-Off-Wert mittels ROC/AUC-Analyse und Youden-Index ermittelt (siehe Anhang), nach welchem die Fälle dann dichotomisiert wurden (Cut-off für SI: 0,7; für MSI: 1,0).

Als Outcome wurde die Kurzzeitmortalität, definiert als Tod innerhalb von 28 Tagen nach Krankenhausaufnahme, festgelegt. Todesfälle nach Entlassung aus dem

Krankenhaus wurden über in regelmäßigen Abständen durchgeführte Mortalitäts-Follow-ups erhoben. Dabei wurden die Totenscheine von den Gesundheitsämtern eingeholt.

Darüber hinaus wurden weitere Variablen einbezogen, die zur Beschreibung des Patientenkollektivs oder als potentielle Confounder in den Analysen berücksichtigt wurden:

#### *Serumkreatinin/eGFR*

Um die glomeruläre Filtrationsrate zu bestimmen wurde die „Modification of Diet in Renal Disease“ (MDRD) Formel verwendet (31):

eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>) =

$$186,3 \times \left( \text{Serum Kreatinin} \left( \frac{\text{mg}}{\text{dl}} \right)^{-1,154} \right) \times (\text{Alter (Jahre)})^{-0,203} \\ \times 0,742 (\text{wenn weiblich}) \times 1,212 (\text{wenn farbig})$$

Eine eingeschränkte Nierenfunktion wurde als eGFR <60 ml/min/1,73m<sup>2</sup> definiert (32).

#### *Hämoglobin*

Alle Patienten, sowohl männliche als auch weibliche, mit einem Blut-Hämoglobingehalt <11,0g/dl, wurden der Gruppe „mittelschwere bis schwere Anämie“ zugeteilt. Für die Definition der Gruppe „milde Anämie“ wurden für Männer und Frauen jeweils verschiedene Grenzwerte berücksichtigt (♀ 11,0 - 12,0 g/dl – ♂ 11,0 – 13,0 g/dl). Alle Hämoglobinwerte, die darüber lagen, wurden als „normal“ definiert.

Die linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF) wurde in 2 Gruppen eingeteilt (cut-off 30%). Als weitere Variable wurde die höchste gemessene Konzentration an CK-MB während des stationären Aufenthaltes herangezogen, um das Ausmaß des Infarkts abschätzen zu können.

Alle anderen für die Analysen relevanten Variablen wie Geschlecht (männlich/ weiblich), Schlaganfall in der Vorgeschichte (ja/ nein/ fehlende Daten), Diabetes vorbekannt (ja/ nein/ fehlende Daten), Hyperlipidämie vorbekannt (ja/ nein/ unbekannt), Raucherstatus (Raucher/ Exraucher/ Nieraucher/ unbekannt), bekannter Hypertonus (ja/ nein/ unbekannt), Infarktklassifizierung nach Aufnahme-EKG (STEMI/ NSTEMI/ Blockbild), Verfahren zur Rekanalisierung (PTCA mit/ ohne Stent, Bypass,

Lysetherapie), wurden entweder im Patienteninterview erhoben oder aus der Patientenakte entnommen.

Auch Größe und Gewicht wurden der Patientenakte entnommen und der Body-Mass-Index wurde nach der Formel  $\frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{[\text{Körpergröße (m)}]^2}$  berechnet.

Ein BMI von  $>30$  (kg/m<sup>2</sup>) wurde als Adipositas definiert.

Da nicht alle Parameter für den gesamten Untersuchungszeitraum zur Verfügung standen (z.B. wurde der Kreatinin-Wert erst ab dem Jahr 2005 mit erhoben) wurden für wichtige Variable jeweils eine Kategorie „unbekannt“ in den Tabellen und im Text ausgewiesen.

### 5.3 Statistische Auswertung

Die Daten wurden je nach Skalenniveau mittels absoluter und relativer Häufigkeit sowie Mittelwert und Standardabweichung dargestellt.

Um etwaige Zusammenhänge und deren Stärke zwischen den Parametern und der Kurzzeitmortalität zu ermitteln, wurden verschiedene logistische Regressionsmodelle angefertigt. Zunächst wurden unadjustierte Modelle erstellt, um die Assoziation der zu untersuchenden Parameter (Herzfrequenz, Blutdruck syst./diast., art. Mitteldruck, Blutdruckamplitude, Schockindex, mod. Schockindex) als jeweilige Einflussgröße mit der 28-Tages-Mortalität zu untersuchen. Im zweiten Modell wurde jeweils für das Alter und das Geschlecht adjustiert. Danach wurden voll adjustierte Modelle erstellt, bei denen neben Alter und Geschlecht für die Kovariablen Schlaganfall (ja, nein, unbekannt), Diabetes (ja, nein), Hyperlipidämie (ja, nein), Raucherstatus (Raucher, Exraucher, Nieraucher, unbekannt), BMI (kg/m<sup>2</sup>  $\leq 30$ ,  $>30$ , unbekannt), Anämie (normal, milde Anämie, mittelschwere bis schwere Anämie, unbekannt), eGFR ( $\geq 60$ ,  $<60$ , unbekannt), LVEF ( $\geq 30\%$ ,  $<30\%$ , unbekannt), höchster Wert Ck-MB ( $\leq 16$ , 17-46, 47-148,  $>148$  U/l), Infarktklassifizierung nach Aufnahme-EKG (STEMI, NSTEMI, Blockbild), mindestens ein rekanalisierendes Verfahren angewandt (ja, nein), adjustiert wurde.



Für die Analysen zur Assoziation der einzelnen Vitalparameter mit der Kurzzeitmortalität wurde in den Regressionsmodellen jeweils das Quartil mit den als klinisch normal definierten Werten als Referenzkategorie gewählt.

Für die Quartilsbildung ergaben sich folgende Grenzwerte:

Herzfrequenz:  $\leq 68 / 69-80 / 81-90 / >90 \text{ min}^{-1}$ .

Blutdruck systolisch:  $\leq 124 / 125-140 / 141-160 / >160 \text{ mmHg}$ .

Blutdruck diastolisch:  $\leq 70 / 71-80 / 81-90 / >90 \text{ mmHg}$ .

Arterieller Mitteldruck:  $\leq 92 / 93-103 / 104-115 / >115 \text{ mmHg}$ .

Blutdruckamplitude:  $\leq 50 / 51-60 / 61-75 / >75 \text{ mmHg}$ .

Die errechneten Parameter Schockindex/modifizierter Schockindex wurden als dichotomisierte Variable in den Analysen verwendet: Schockindex:  $<0,7 / \geq 0,7$ .  
Modifizierter Schockindex:  $<1,0 / \geq 1,0$ .

### *ROC Analysen*

Zur Ermittlung der geeigneten Cut-Off-Werte für die Parameter Schockindex/modifizierter Schockindex in der untersuchten Studienpopulation wurde eine Analyse der jeweiligen ROC-Kurven durchgeführt, sowie der endgültige Cut-Off mittels Youden-Index festgelegt.

Zur Identifizierung des Parameters, der am besten mit dem Endpunkt Kurzzeitmortalität assoziiert ist, wurden ebenfalls ROC-Kurven erstellt und die areas under the curve (AUC) mittels DeLong Test miteinander verglichen.

Zur statistischen Auswertung wurde das Statistikprogramm SPSS in der Version 25 verwendet. Als statistisch signifikant wurden alle p-Werte der Testergebnisse, die kleiner als 0,05 waren, angesehen.

## 6 Ergebnisteil

### 6.1 Beschreibung der Gesamtstichprobe

In der Stichprobe befanden sich 3639 (75,1%) männliche und 1204 (24,9%) weibliche Patienten (siehe Tabelle 2). Das Alter lag durchschnittlich bei 61 ( $\pm 10$ ) Jahren. In der Gesamtstichprobe verstarben 299 (6,2%) Herzinfarktfälle innerhalb eines Zeitraums von 28 Tagen nach Krankenhausaufnahme. Als Ausdruck einer kardiovaskulären

Vorschädigung gaben 345 (8%) der Patienten mit vorhandenen Daten an, einen Schlaganfall in der Vorgeschichte gehabt zu haben, 1537 (31,8%) litten an einem Diabetes mellitus, 3316 (68,5%) hatten einen erhöhten Blutfettspiegel, sowie 3716 (76,7%) einen bekannten arteriellen Hypertonus.

Der Großteil der Patienten (n=3272 von 4384 mit vollständigen Daten  $\hat{=}$  74,6%) wies einen normalen bis erhöhten BMI (BMI  $\leq$ 30 kg/m<sup>2</sup>) auf. Zudem waren 1611 Patienten von 4257 Patienten mit vollständigen Daten (37,8%) Raucher, sowie 1411 (33,1%) Exraucher im Kollektiv.

Als weitere untersuchte Risikofaktoren wurde zum einen die Nierenfunktion in Form der eGFR berücksichtigt, wonach neben 2534 (52,3%) fehlenden Daten, 582 (12,0%) der Patienten eine eingeschränkte Nierenfunktion (<60ml/min/1,73m<sup>2</sup>) und 1727 (35,7%) eine normale (>60ml/min/1,73m<sup>2</sup>) aufwiesen. Von 2274 Patienten standen Angaben zu einer Anämie zur Verfügung. Davon hatten 238 (10,5%) eine milde sowie 159 (7,0%) Patienten eine mittelschwere bis schwere Anämie.

Am häufigsten wurde die Aufnahmediagnose NSTEMI bei 2735 (57,4%) Personen gestellt. Bei 3874 (80,0%) Patienten wurde mindestens ein rekanalisierendes Verfahren während des stationären Aufenthaltes angewandt. Von insgesamt 3189 Patienten lagen Angaben zur linksventrikulären Pumpfunktion vor. Davon wiesen 2779 (87,1%) eine linksventrikuläre Pumpfunktion von  $\geq$ 30% auf.

## 6.2 Vitalparameter bei Aufnahme

Der Mittelwert der Herzfrequenz lag in der Gesamtstichprobe bei 81 bpm ( $\pm$ 20), der systolische Blutdruck bei 145 mmHg ( $\pm$ 29) und der diastolische Blutdruck bei 82 mmHg ( $\pm$ 17). Für den arteriellen Mitteldruck lag der Mittelwert bei 103 mmHg ( $\pm$ 19), für die Blutdruckamplitude bei 62 mmHg ( $\pm$ 21). Der Mittelwert für den Schockindex lag bei 0,6 ( $\pm$ 0,2 SD) und für den modifizierten Schockindex bei 0,8 ( $\pm$ 0,2 SD) (Tabelle 2).

Tabelle 2: Basischarakteristika der in die Studie eingeschlossenen Patienten

<b>Gesamtsample (n=4843)</b>		
	<b>mean</b>	<b>SD</b>
<b>Alter (Jahre)</b>	61	10
<b>Herzfrequenz (bpm)</b>	81	20
<b>Blutdruck systolisch (mmHg)</b>	145	29
<b>Blutdruck diastolisch (mmHg)</b>	82	17
<b>arterieller Mitteldruck (mmHg)</b>	103	19
<b>Blutdruckamplitude (mmHg)</b>	62	21
<b>Schockindex</b>	0,6	0,2
<b>modifizierter Schockindex</b>	0,8	0,3
	<b>n</b>	<b>(%)</b>
<b>Geschlecht</b>		
	männlich	3639 (75,1%)
	weiblich	1204 (24,9%)
<b>Schlaganfall</b>		
	Ja	345 (7,1%)
	Nein	3992 (82,4%)
	fehlende Daten	506 (10,4%)
<b>Diabetes</b>		
	Ja	1537 (31,8%)
	Nein	3303 (68,2%)
<b>Hyperlipidämie</b>		
	Ja	3316 (68,5%)
	Nein	1526 (31,5%)
<b>Raucher­kategorie</b>		
	Raucher	1611 (33,3)
	Exraucher	1411 (29,1)
	Nieraucher	1235 (25,5)
	fehlende Daten	586 (12,1)
<b>Hypertonus</b>		
	Ja	3716 (76,7%)
	Nein	1126 (23,3%)
	fehlende Daten	1 (0,002%)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>		
	≤30	3272 (67,6%)
	>30	1112 (23,0%)
	fehlende Daten	459 (9,5%)
<b>Anämie</b>		
	normal	1877 (38,8%)
	milde Anämie	238 (4,9%)
	mittelschwere bis schwere Anämie	159 (3,3%)
	fehlende Daten	2569 (53,0%)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>		
	≥60	1727 (35,7%)
	<60	582 (12,0%)
	fehlende Daten	2534 (52,3%)
<b>LVEF</b>		
	≥30%	2779 (57,4%)
	<30%	410 (8,5%)
	fehlende Daten	1654 (34,2%)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>		
	≤16	1227 (25,3%)
	17-46	1206 (24,9%)
	47-148	1200 (24,8%)
	>148	1209 (25,0%)

Fortsetzung Tabelle 2:

	n	(%)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>		
STEMI	1732	(36,4%)
NSTEMI	2735	(57,4%)
Blockbild	297	(6,2%)
<b>mindestens ein rekanalisierendes Verfahren angewandt</b>		
bestätigt	3874	(80,0%)
nicht bestätigt	969	(20,0%)
<b>28-Tage-Überleben</b>		
Ja	4544	(93,8%)
Nein	299	(6,2%)

In den Tabellen 3 bis 9 sind die Charakteristika der Patienten nach Quartilen der Vitalparameter dargestellt.

### 6.2.1 Herzfrequenz

Patienten mit einer höheren Herzfrequenz bei Aufnahme hatten häufiger einen Schlaganfall, eine Diabetes mellitus Erkrankung, höhere BMI-Werte und häufiger eine eingeschränkte Nierenfunktion in der Vorgeschichte. Darüber hinaus hatten Patienten mit Herzfrequenzen in den höheren Quartilen eher eine Anämie, häufiger eine eingeschränkte LVEF und eher ein Blockbild im Aufnahme-EKG. Dagegen erhielten eher Patienten in den untersten Herzfrequenz-Quartilen ein rekanalisierendes Verfahren. Patienten in der obersten Herzfrequenz-Quartile (HF > 90 bpm) wiesen mit 12,8% die höchste Kurzzeitmortalität auf (Tabelle 3).

### 6.2.2 Blutdruck systolisch

Höhere Blutdruckwerte bei Krankenhausaufnahme waren mit einem höheren Anteil an Diabetes mellitus Erkrankungen, höheren Blutfettwerten und höheren BMI-Werten verbunden. Zudem zeigte sich der Anteil an Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion bei steigenden Blutdruckwerten rückläufig. Patienten mit Blutdruckwerten in den höheren Quartilen hatten eher keine Anämie und eher eine LVEF  $\geq$  30%. Der Anteil an STEMI-Patienten war bei steigenden Aufnahme-Blutdruckwerten eher niedriger, wohingegen der Anteil der NSTEMI-Fälle mit höherem

Tabelle 3: Patientencharakteristika nach Herzfrequenz

		<b>Herzfrequenz nach Quartilen/bpm</b>			
		<b>≤68</b>	<b>69-80</b>	<b>81-90</b>	<b>&gt;90</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>		61/9	61/10	61/10	62/10
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Geschlecht</b>	männlich	1035 (79,1)	1170 (75,7)	615 (75,8)	819 (69,5)
	weiblich	273 (20,9)	375 (24,3)	196 (24,2)	360 (30,5)
<b>Schlaganfall</b>	Ja	71 (5,4)	113 (7,3)	67 (8,3)	94 (8,0)
	Nein	1144 (87,5)	1280 (82,8)	660 (81,4)	908 (77,0)
	fehlende Daten	93 (7,1)	152 (9,8)	84 (10,4)	177 (15,0)
<b>Diabetes</b>	Ja	334 (25,5)	454 (29,4)	276 (34,1)	473 (40,2)
	Nein	974 (74,5)	1091 (70,6)	533 (65,9)	705 (59,8)
<b>Hyperlipidämie</b>	Ja	910 (69,6)	1089 (70,5)	556 (68,6)	761 (64,5)
	Nein	397 (30,4)	456 (29,5)	255 (31,4)	418 (35,5)
<b>Raucher­kategorie</b>	Raucher	433 (33,1)	520 (33,7)	309 (38,1)	349 (29,6)
	Ex­raucher	384 (29,4)	481 (31,1)	213 (26,3)	333 (28,2)
	Nier­raucher	382 (29,2)	378 (24,5)	202 (24,9)	273 (23,2)
	fehlende Daten	109 (8,3)	166 (10,7)	87 (10,7)	224 (19,0)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≤30	960 (73,4)	1079 (69,8)	532 (65,6)	701 (59,5)
	>30	275 (21,0)	353 (22,8)	197 (24,3)	287 (24,3)
	fehlende Daten	73 (5,6)	113 (7,3)	82 (10,1)	191 (16,2)
<b>Anämie</b>	normal	532 (40,7)	622 (40,3)	313 (38,6)	410 (34,8)
	milde Anämie	63 (4,8)	70 (4,5)	45 (5,5)	60 (5,1)
	mittelschwere bis schwere Anämie	22 (1,7)	38 (2,5)	28 (3,5)	71 (6,0)
	fehlende Daten	691 (52,8)	815 (52,8)	425 (52,4)	638 (54,1)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>	≥60	503 (38,5)	594 (38,4)	284 (35,0)	346 (29,3)
	<60	123 (9,4)	151 (9,8)	108 (13,3)	200 (17,0)
	fehlende Daten	682 (52,1)	800 (51,8)	419 (51,7)	633 (53,7)
<b>LVEF</b>	≥30%	819 (62,6)	925 (59,9)	458 (56,5)	577 (48,9)
	<30%	79 (6,0)	121 (7,8)	64 (7,9)	146 (12,4)
	fehlende Daten	410 (31,3)	499 (32,3)	289 (35,6)	456 (38,7)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>	≤16	288 (22,0)	407 (26,3)	214 (26,4)	318 (27,0)
	17-46	336 (25,7)	384 (24,9)	198 (24,4)	288 (24,4)
	47-148	372 (28,4)	370 (23,9)	198 (24,4)	260 (22,1)
	>148	312 (23,9)	384 (24,9)	201 (24,8)	312 (26,5)
<b>Infarkt­klassifizierung nach Aufnahme EKG</b>	STEMI	483 (37,5)	547 (36,0)	300 (37,7)	402 (34,6)
	NSTEMI	747 (58,0)	880 (57,9)	450 (56,6)	658 (56,7)
	Blockbild	57 (4,4)	94 (6,2)	45 (5,7)	101 (8,7)
<b>Mind. ein rekanali­sierendes Verfahren</b>	bestätigt	1125 (86,0)	1292 (83,6)	642 (79,2)	815 (69,1)
	nicht bestätigt	183 (14,0)	253 (16,4)	169 (20,8)	364 (30,9)
<b>28-Tage-Überleben</b>	Ja	1260 (96,3)	1489 (96,4)	767 (94,6)	1028 (87,2)
	Nein	48 (3,7)	56 (3,6)	44 (5,4)	151 (12,8)

Blutdruck zunahm. Darüber hinaus wurde bei Patienten in den oberen Blutdruckquartilen eher ein rekanalisierendes Verfahren angewandt. Die höchste Kurzzeitmortalität zeigte sich im untersten Blutdruck-Quartil ( $\leq 124$  mmHg) mit 13,8% (Tabelle 4).

### 6.2.3 Blutdruck systolisch

Höhere Blutdruckwerte bei Krankenhausaufnahme waren mit einem höheren Anteil an Diabetes mellitus Erkrankungen, höheren Blutfettwerten und höheren BMI-Werten verbunden. Zudem zeigte sich der Anteil an Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion bei steigenden Blutdruckwerten rückläufig. Patienten mit Blutdruckwerten in den höheren Quartilen hatten eher keine Anämie und eher eine LVEF  $\geq 30\%$ . Der Anteil an STEMI-Patienten war bei steigenden Aufnahme-Blutdruckwerten eher niedriger, wohingegen der Anteil der NSTEMI-Fälle mit höherem Blutdruck zunahm. Darüber hinaus wurde bei Patienten in den oberen Blutdruckquartilen eher ein rekanalisierendes Verfahren angewandt. Die höchste Kurzzeitmortalität zeigte sich im untersten Blutdruck-Quartil ( $\leq 124$  mmHg) mit 13,8% (Tabelle 4).

### 6.2.4 Blutdruck diastolisch

Ein höherer diastolischer Blutdruck bei Krankenhausaufnahme war mit einer geringeren Häufigkeit von Schlaganfällen und Diabetes mellitus in der Vorgeschichte assoziiert. Zudem waren die oberen diastolischen Blutdruck-Quartile eher mit dem Vorhandensein einer Hyperlipidämie und einem höheren BMI verbunden. Eine Anämie wie auch eine eingeschränkte Nierenfunktion hingegen zeigten sich eher in den unteren Blutdruck-Quartilen. Ebenso erhielten diese Patienten weniger häufig ein rekanalisierendes Verfahren. Die höchste Kurzzeitmortalität wies das unterste diastolische Blutdruck-Quartil ( $\leq 70$  mmHg) auf (Tabelle 5).

Tabelle 4: Patientencharakteristika nach systolischen Blutdruckwerten

		<b>Blutdruck systolisch nach Quartilen/mmHg</b>			
		<b>≤124</b>	<b>125-140</b>	<b>141-160</b>	<b>&gt;160</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>		61/10	60/10	61/9	62/9
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Geschlecht</b>					
	männlich	816 (72,0)	1026 (79,5)	959 (75,3)	838 (73,1)
	weiblich	317 (28,0)	265 (20,5)	314 (24,7)	308 (26,9)
<b>Schlaganfall</b>					
	Ja	103 (9,1)	84 (6,5)	76 (6,0)	82 (7,2)
	Nein	881 (77,8)	1053 (81,6)	1093 (85,9)	965 (84,2)
	fehlende Daten	149 (13,2)	154 (11,9)	104 (8,2)	99 (8,6)
<b>Diabetes</b>					
	Ja	350 (30,9)	380 (29,5)	396 (31,1)	411 (35,9)
	Nein	783 (69,1)	910 (70,5)	876 (68,9)	734 (64,1)
<b>Hyperlipidämie</b>					
	Ja	723 (63,8)	874 (67,7)	891 (70,0)	828 (72,3)
	Nein	410 (36,2)	417 (32,3)	382 (30,0)	317 (27,7)
<b>Raucherкатегоріе</b>					
	Raucher	442 (39,0)	455 (35,2)	408 (32,1)	306 (26,7)
	Exraucher	283 (25,0)	387 (30,0)	378 (29,7)	363 (31,7)
	Nieraucher	218 (19,2)	301 (23,3)	372 (29,2)	344 (30,0)
	fehlende Daten	190 (16,8)	148 (11,5)	115 (9,0)	133 (11,6)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
	≤30	761 (67,2)	908 (70,3)	872 (68,5)	731 (63,8)
	>30	192 (16,9)	261 (20,2)	332 (26,1)	327 (28,5)
	fehlende Daten	180 (15,9)	122 (9,5)	69 (5,4)	88 (7,7)
<b>Anämie</b>					
	normal	371 (32,7)	523 (40,5)	531 (41,7)	452 (39,4)
	milde Anämie	73 (6,4)	56 (4,3)	60 (4,7)	49 (4,3)
	mittelschwere bis schwere Anämie	59 (5,2)	47 (3,6)	33 (2,6)	20 (1,7)
	fehlende Daten	630 (55,6)	665 (51,5)	649 (51,0)	625 (54,5)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>					
	≥60	335 (29,6)	484 (37,5)	500 (39,3)	408 (35,6)
	<60	187 (16,5)	147 (11,4)	128 (10,1)	120 (10,5)
	fehlende Daten	611 (53,9)	660 (51,1)	645 (50,7)	618 (53,9)
<b>LVEF</b>					
	≥30%	594 (52,4)	753 (58,3)	747 (58,7)	685 (59,8)
	<30%	118 (10,4)	110 (8,5)	97 (7,6)	85 (7,4)
	fehlende Daten	421 (37,2)	428 (33,2)	429 (33,7)	376 (32,8)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>					
	≤16	244 (21,5)	308 (23,9)	337 (26,5)	338 (29,5)
	17-46	270 (23,8)	339 (26,3)	317 (24,9)	280 (24,4)
	47-148	303 (26,7)	326 (25,3)	303 (23,8)	268 (23,4)
	>148	316 (27,9)	317 (24,6)	316 (24,8)	260 (22,7)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>					
	STEMI	478 (43,0)	458 (35,9)	427 (34,1)	369 (32,8)
	NSTEMI	559 (50,3)	732 (57,4)	758 (60,6)	686 (60,9)
	Blockbild	75 (6,7)	85 (6,7)	66 (5,3)	71 (6,3)
<b>Mind. ein rekanalisierendes Verfahren</b>					
	bestätigt	854 (75,4)	1051 (81,4)	1038 (81,5)	931 (81,2)
	nicht bestätigt	279 (24,6)	240 (18,6)	235 (18,5)	215 (18,8)
<b>28-Tage-Überleben</b>					
	Ja	977 (86,2)	1228 (95,1)	1235 (97,0)	1104 (96,3)
	Nein	156 (13,8)	63 (4,9)	38 (3,0)	42 (3,7)

Tabelle 5: Patientencharakteristika nach diastolischen Blutdruckwerten

		<b>Blutdruck diastolisch nach Quartilen/mmHg</b>			
		<b>≤70</b>	<b>71-80</b>	<b>81-90</b>	<b>&gt;90</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>		62/9	61/9	60/10	60/10
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Geschlecht</b>					
	männlich	937 (71,3)	1094 (75,6)	675 (76,3)	933 (78,0)
	weiblich	378 (28,7)	353 (24,4)	210 (23,7)	263 (22,0)
<b>Schlaganfall</b>					
	Ja	107 (8,1)	103 (7,1)	67 (7,6)	68 (5,7)
	Nein	1039 (79,0)	1178 (81,4)	741 (83,7)	1034 (86,5)
	fehlende Daten	169 (12,9)	166 (11,5)	77 (8,7)	94 (7,9)
<b>Diabetes</b>					
	Ja	478 (36,3)	435 (30,1)	285 (32,3)	339 (28,3)
	Nein	837 (63,7)	1011 (69,9)	598 (67,7)	857 (71,7)
<b>Hyperlipidämie</b>					
	Ja	865 (65,8)	984 (68,0)	612 (69,2)	855 (71,5)
	Nein	450 (34,2)	463 (32,0)	272 (30,8)	341 (28,5)
<b>Raucherкатегоріе</b>					
	Raucher	441 (33,5)	476 (32,9)	293 (33,1)	401 (33,5)
	Exraucher	361 (27,5)	431 (29,8)	250 (28,2)	369 (30,9)
	Nieraucher	299 (22,7)	385 (26,6)	242 (27,3)	309 (25,8)
	fehlende Daten	214 (16,3)	155 (10,7)	100 (11,3)	117 (9,8)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
	≤30	848 (64,5)	1042 (72,0)	595 (67,2)	787 (65,8)
	>30	269 (20,5)	304 (21,0)	219 (24,7)	320 (26,8)
	fehlende Daten	198 (15,1)	101 (7,0)	71 (8,0)	89 (7,4)
<b>Anämie</b>					
	normal	486 (37,0)	579 (40,0)	328 (37,1)	484 (40,5)
	milde Anämie	96 (7,3)	73 (5,0)	28 (3,2)	41 (3,4)
	mittelschwere bis schwere Anämie	94 (7,1)	32 (2,2)	19 (2,1)	14 (1,2)
	fehlende Daten	639 (48,6)	763 (52,7)	510 (57,6)	657 (54,9)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>					
	≥60	440 (33,5)	529 (36,6)	303 (34,2)	455 (38,0)
	<60	247 (18,8)	164 (11,3)	81 (9,2)	90 (7,5)
	fehlende Daten	628 (47,8)	754 (52,1)	501 (56,6)	651 (54,4)
<b>LVEF</b>					
	≥30%	662 (50,3)	874 (60,4)	539 (60,9)	704 (58,9)
	<30%	120 (9,1)	108 (7,5)	74 (8,4)	108 (9,0)
	fehlende Daten	533 (40,5)	465 (32,1)	272 (30,7)	384 (32,1)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>					
	≤16	325 (24,7)	380 (26,3)	236 (26,7)	286 (23,9)
	17-46	315 (24,0)	390 (27,0)	218 (24,7)	283 (23,7)
	47-148	330 (25,1)	321 (22,2)	226 (25,6)	323 (27,0)
	>148	345 (26,2)	356 (24,6)	204 (23,1)	304 (25,4)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>					
	STEMI	485 (37,6)	489 (34,2)	316 (36,0)	442 (37,8)
	NSTEMI	715 (55,5)	848 (59,4)	516 (58,8)	656 (56,1)
	Blockbild	89 (6,9)	91 (6,4)	45 (5,1)	72 (6,2)
<b>Mind. ein rekanalisierendes Verfahren</b>					
	bestätigt	971 (73,8)	1180 (81,5)	729 (82,4)	994 (83,1)
	nicht bestätigt	344 (26,2)	267 (18,5)	156 (17,6)	202 (16,9)
<b>28-Tage-Überleben</b>					
	Ja	1156 (87,9)	1391 (96,1)	841 (95,0)	1156 (96,7)
	Nein	159 (12,1)	56 (3,9)	44 (5,0)	40 (3,3)



### 6.2.5 Arterieller Mitteldruck

In den unteren MAP-Quartilen fand sich eher ein höherer Anteil an Patienten mit Schlaganfällen und Diabetes mellitus Erkrankungen in der Vorgeschichte. Ebenso hatten die Patienten hier eher eine Anämie, wie auch eine eingeschränkte Nieren- als auch linksventrikuläre Pumpfunktion. Eine Hyperlipidämie war eher in den oberen MAP-Quartilen zu finden, ebenso ein hoher BMI wie auch ein Blockbild im EKG. Zudem wurde ein rekanalisierendes Verfahren eher bei Patienten in den oberen MAP-Quartilen angewandt. Die höchste Kurzzeitmortalität (13,2%) wurde im untersten MAP-Quartil ( $\leq 92$  mmHg) gefunden (Tabelle 6).

### 6.2.6 Blutdruckamplitude

Ein Ansteigen der Blutdruckamplitude (Pulse Pressure, PP) bei Krankenhausaufnahme war mit einem höheren Anteil an Diabetes mellitus Erkrankungen, einer Hyperlipidämie und einem erhöhten BMI assoziiert. Ebenso hatten diese Patienten eher eine Anämie und einen NSTEMI. Die Nierenfunktion war eher bei Patienten in den mittleren PP-Quartilen eingeschränkt. Patienten der untersten PP-Quartile hatten eher eine LVEF  $<30\%$ , zudem wurde bei diesen eher ein rekanalisierendes Verfahren angewandt. Die höchste Kurzzeitmortalität zeigte sich bei Blutdruckamplitude-Werten im untersten Quartil ( $\leq 50$  mmHg) mit 10,6% (Tabelle 7).

### 6.2.7 Schockindex (SI)

Ein positiver Schockindex ( $\geq 0,7$ ) bei Aufnahme ins Krankenhaus war mit einem höheren Anteil an Schlaganfällen, Diabetes mellitus Erkrankungen in der Vorgeschichte, sowie einer Anämie, einer eingeschränkten Nieren-, wie auch kardialen Pumpfunktion verbunden. Zudem hatten Patienten dieser Gruppe eher einen STEMI, beziehungsweise wiesen diese eher ein Blockbild im Aufnahme-EKG auf. Ein negativer Schockindex ( $< 0,7$ ) hingegen war eher mit einer Hyperlipidämie und einem erhöhten BMI verbunden. Bei diesen Patienten wurde auch eher ein rekanalisierendes Verfahren angewandt. Die höchste Kurzzeitmortalität zeigte sich in der Gruppe mit einem positiven Schockindex mit 15,5% (Tabelle 8).

Tabelle 6: Patientencharakteristika nach MAP

		<b>Arterieller Mitteldruck nach Quartilen/mmHg</b>			
		<b>≤92</b>	<b>93-103</b>	<b>104-115</b>	<b>&gt;115</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>		62/10	61/10	61/9	61/9
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Geschlecht</b>	männlich	906 (71,5)	1051 (76,2)	785 (76,8)	897 (76,5)
	weiblich	362 (28,5)	329 (23,8)	237 (23,2)	276 (23,5)
<b>Schlaganfall</b>	Ja	106 (8,4)	104 (7,5)	57 (5,6)	78 (6,6)
	Nein	993 (78,3)	1128 (81,7)	873 (85,4)	998 (85,1)
	fehlende Daten	169 (13,3)	148 (10,7)	92 (9,0)	97 (8,3)
<b>Diabetes</b>	Ja	431 (34,0)	411 (29,8)	342 (33,5)	353 (30,1)
	Nein	837 (66,0)	968 (70,2)	678 (66,5)	820 (69,9)
<b>Hyperlipidämie</b>	Ja	822 (64,8)	943 (68,3)	690 (67,6)	861 (73,4)
	Nein	446 (35,2)	437 (31,7)	331 (32,4)	312 (26,6)
<b>Raucher­kategorie</b>	Raucher	447 (35,3)	479 (34,7)	334 (32,7)	351 (29,9)
	Exraucher	352 (27,8)	390 (28,3)	289 (28,3)	380 (32,4)
	Nieraucher	261 (20,6)	360 (26,1)	297 (29,1)	317 (27,0)
	fehlende Daten	208 (16,4)	151 (10,9)	102 (10,0)	125 (10,7)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≤30	829 (65,4)	991 (71,8)	691 (67,6)	761 (64,9)
	>30	239 (18,8)	287 (20,8)	252 (24,7)	334 (28,5)
	fehlende Daten	200 (15,8)	102 (7,4)	79 (7,7)	78 (6,6)
<b>Anämie</b>	normal	456 (36,0)	538 (39,0)	431 (42,2)	452 (38,5)
	milde Anämie	93 (7,3)	68 (4,9)	35 (3,4)	42 (3,6)
	mittelschwere bis schwere Anämie	85 (6,7)	37 (2,7)	20 (2,0)	17 (1,4)
	fehlende Daten	634 (50,0)	737 (53,4)	536 (52,4)	662 (56,4)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>	≥60	413 (32,6)	502 (36,4)	387 (37,9)	425 (36,2)
	<60	234 (18,5)	153 (11,1)	102 (10,0)	93 (7,9)
	fehlende Daten	621 (49,0)	725 (52,5)	533 (52,2)	655 (55,8)
<b>LVEF</b>	≥30%	635 (50,1)	800 (58,0)	654 (64,0)	690 (58,8)
	<30%	120 (9,5)	115 (8,3)	77 (7,5)	98 (8,4)
	fehlende Daten	513 (40,5)	465 (33,7)	291 (28,5)	385 (32,8)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>	≤16	293 (23,1)	352 (25,5)	260 (25,4)	322 (27,5)
	17-46	308 (24,3)	363 (26,3)	260 (25,4)	275 (23,4)
	47-148	324 (25,6)	331 (24,0)	248 (24,3)	297 (25,3)
	>148	343 (27,1)	333 (24,1)	254 (24,9)	279 (23,8)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>	STEMI	500 (40,2)	464 (34,2)	357 (35,2)	411 (35,8)
	NSTEMI	658 (52,9)	810 (59,6)	597 (58,9)	670 (58,4)
	Blockbild	87 (7,0)	84 (6,2)	60 (5,9)	66 (5,8)
<b>Mind. ein rekanalisierendes Verfahren</b>	bestätigt	938 (74,0)	1120 (81,2)	850 (83,2)	966 (82,4)
	nicht bestätigt	330 (26,0)	260 (18,8)	172 (16,8)	207 (17,6)
<b>28-Tage-Überleben</b>	Ja	1101 (86,8)	1326 (96,1)	979 (95,8)	1138 (97,0)
	Nein	167 (13,2)	54 (3,9)	43 (4,2)	35 (3,0)

Tabelle 7: Patientencharakteristika nach Blutdruckamplitude

		<b>Blutdruckamplitude nach Quartilen/mmHg</b>			
		<b>≤50</b>	<b>51-60</b>	<b>61-75</b>	<b>&gt;75</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>		60/10	60/10	61/9	64/8
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Geschlecht</b>	männlich	1287 (76,5)	804 (77,2)	705 (74,7)	843 (71,7)
	weiblich	396 (23,5)	237 (22,8)	239 (25,3)	332 (28,3)
<b>Schlaganfall</b>	Ja	133 (7,9)	58 (5,6)	68 (7,2)	86 (7,3)
	Nein	1336 (79,4)	880 (84,5)	801 (84,9)	975 (83,0)
	fehlende Daten	214 (12,7)	103 (9,9)	75 (7,9)	114 (9,7)
<b>Diabetes</b>	Ja	476 (28,3)	302 (29,0)	304 (32,2)	455 (38,8)
	Nein	1206 (71,7)	738 (71,0)	640 (67,8)	719 (61,2)
<b>Hyperlipidämie</b>	Ja	1101 (65,4)	725 (69,6)	653 (69,2)	837 (71,3)
	Nein	582 (34,6)	316 (30,4)	291 (30,8)	337 (28,7)
<b>Raucher­kategorie</b>	Raucher	664 (39,5)	361 (34,7)	280 (29,7)	306 (26,0)
	Exraucher	433 (25,7)	311 (29,9)	293 (31,0)	374 (31,8)
	Nieraucher	333 (19,8)	265 (25,5)	288 (30,5)	349 (29,7)
	fehlende Daten	253 (15,0)	104 (10,0)	83 (8,8)	146 (12,4)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≤30	1144 (68,0)	744 (71,5)	623 (66,0)	761 (64,8)
	>30	310 (18,4)	222 (21,3)	259 (27,4)	321 (27,3)
	fehlende Daten	229 (13,6)	75 (7,2)	62 (6,6)	93 (7,9)
<b>Anämie</b>	normal	592 (35,2)	407 (39,1)	384 (40,7)	494 (42,0)
	milde Anämie	72 (4,3)	53 (5,1)	45 (4,8)	68 (5,8)
	mittelschwere bis schwere Anämie	59 (3,5)	26 (2,5)	32 (3,4)	42 (3,6)
	fehlende Daten	960 (57,0)	555 (53,3)	483 (51,2)	571 (48,6)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>	≥60	538 (32,0)	380 (36,5)	357 (37,8)	452 (38,5)
	<60	204 (12,1)	115 (11,0)	107 (11,3)	156 (13,3)
	fehlende Daten	941 (55,9)	546 (52,4)	480 (50,8)	567 (48,3)
<b>LVEF</b>	≥30%	923 (54,8)	613 (58,9)	554 (58,7)	689 (58,6)
	<30%	184 (10,9)	81 (7,8)	74 (7,8)	71 (6,0)
	fehlende Daten	576 (34,2)	347 (33,3)	316 (33,5)	415 (35,3)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>	≤16	354 (21,0)	260 (25,0)	239 (25,3)	374 (31,8)
	17-46	398 (23,7)	261 (25,1)	254 (26,9)	293 (24,9)
	47-148	460 (27,3)	260 (25,0)	236 (25,0)	244 (20,8)
	>148	470 (27,9)	260 (25,0)	215 (22,8)	264 (22,5)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>	STEMI	698 (42,1)	370 (36,2)	312 (33,5)	352 (30,6)
	NSTEMI	849 (51,2)	590 (57,7)	570 (61,2)	726 (63,0)
	Blockbild	112 (6,8)	62 (6,1)	49 (5,3)	74 (6,4)
<b>Mind. ein rekanalisierendes Verfahren</b>	bestätigt	1311 (77,9)	862 (82,8)	777 (82,3)	924 (78,6)
	nicht bestätigt	372 (22,1)	179 (17,2)	167 (17,7)	251 (21,4)
<b>28-Tage-Überleben</b>	Ja	1505 (89,4)	996 (95,7)	914 (96,8)	1129 (96,1)
	Nein	178 (10,6)	45 (4,3)	30 (3,2)	46 (3,9)

Tabelle 8: Patientencharakteristika nach Schockindex

		<b>Schockindex nach cut-off</b>	
		<b>&lt;0,7</b>	<b>≥0,7</b>
		61/9	61/10
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>			
<b>Geschlecht</b>	männlich	2705 (76,8)	934 (70,8)
	weiblich	819 (23,2)	385 (29,2)
<b>Schlaganfall</b>	Ja	221 (6,3)	124 (9,4)
	Nein	3007 (85,3)	985 (74,7)
	fehlende Daten	296 (8,4)	210 (15,9)
<b>Diabetes</b>	Ja	1049 (29,8)	488 (37,0)
	Nein	2473 (70,2)	830 (63,0)
<b>Hyperlipidämie</b>	Ja	2486 (70,6)	830 (62,9)
	Nein	1037 (29,4)	489 (37,1)
	fehlende Daten	0 (,0)	0 (,0)
<b>Raucherкатегоріе</b>	Raucher	1151 (32,7)	460 (34,9)
	Exraucher	1066 (30,2)	345 (26,2)
	Nieraucher	975 (27,7)	260 (19,7)
	fehlende Daten	332 (9,4)	254 (19,3)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	≤30	2476 (70,3)	796 (60,3)
	>30	842 (23,9)	270 (20,5)
	fehlende Daten	206 (5,8)	253 (19,2)
<b>Anämie</b>	normal	1435 (40,7)	442 (33,5)
	milde Anämie	156 (4,4)	82 (6,2)
	mittelschwere bis schwere Anämie	77 (2,2)	82 (6,2)
	fehlende Daten	1856 (52,7)	713 (54,1)
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>	≥60	1356 (38,5)	371 (28,1)
	<60	335 (9,5)	247 (18,7)
	fehlende Daten	1833 (52,0)	701 (53,1)
<b>LVEF</b>	≥30%	2158 (61,2)	621 (47,1)
	<30%	236 (6,7)	174 (13,2)
	fehlende Daten	1130 (32,1)	524 (39,7)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>	≤16	895 (25,4)	332 (25,2)
	17-46	889 (25,2)	317 (24,1)
	47-148	894 (25,4)	306 (23,2)
	>148	846 (24,0)	363 (27,5)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>	STEMI	1239 (35,7)	493 (38,1)
	NSTEMI	2044 (58,9)	691 (53,4)
	Blockbild	186 (5,4)	111 (8,6)
<b>mindestens ein rekanalisierendes Verfahren angewandt</b>	bestätigt	2966 (84,2)	908 (68,8)
	nicht bestätigt	558 (15,8)	411 (31,2)
<b>28-Tage-Überleben</b>	Ja	3429 (97,3)	1115 (84,5)
	Nein	95 (2,7)	204 (15,5)

### 6.2.8 Modifizierter Schockindex (MSI)

Ein positiver modifizierter Schockindex ( $\geq 1,0$ ) bei Krankenhausaufnahme ging eher mit einem höheren Anteil an Schlaganfällen, Diabetes mellitus Erkrankungen sowie Anämie in der Vorgeschichte einher. Ebenso wiesen hier die Patienten eher eine eingeschränkte Nieren-, sowie linksventrikuläre Pumpfunktion und im Aufnahme EKG eher ein Blockbild auf. Ein negativer modifizierter Schockindex ( $< 0,1$ ) war dagegen eher mit einer Hyperlipidämie und einem erhöhten BMI verbunden. Zudem wurde bei Patienten dieser Gruppe eher ein rekanalisierendes Verfahren angewandt. Die höchste Kurzzeitmortalität fand sich in der Gruppe mit einem modifizierten Schockindex  $\geq 1,0$  mit 17,1% (Tabelle 9).

Tabelle 9: Patientencharakteristika nach MSI

		<b>MSI nach cut-off</b>	
		<b>&lt;1,0</b>	<b><math>\geq 1,0</math></b>
		61/10	62/10
		<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>
<b>Alter (Jahre) mean/SD</b>			
<b>Geschlecht</b>	männlich	2906 (76,9)	733 (68,8)
	weiblich	871 (23,1)	333 (31,2)
<b>Schlaganfall</b>	Ja	245 (6,5)	100 (9,4)
	Nein	3211 (85,0)	781 (73,3)
	fehlende Daten	321 (8,5)	185 (17,4)
<b>Diabetes</b>	Ja	1122 (29,7)	415 (39,0)
	Nein	2653 (70,3)	650 (61,0)
<b>Hyperlipidämie</b>	Ja	2668 (70,7)	648 (60,8)
	Nein	1108 (29,3)	418 (39,2)
	fehlende Daten	0 (,0)	0 (,0)
<b>Raucherкатегоріе</b>	Raucher	1259 (33,3)	352 (33,0)
	Exraucher	1140 (30,2)	271 (25,4)
	Nieraucher	1023 (27,1)	212 (19,9)
	fehlende Daten	355 (9,4)	231 (21,7)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	$\leq 30$	2652 (70,2)	620 (58,2)
	$> 30$	890 (23,6)	222 (20,8)
	fehlende Daten	235 (6,2)	224 (21,0)
<b>Anämie</b>	normal	1528 (40,5)	349 (32,7)
	milde Anämie	171 (4,5)	67 (6,3)
	mittelschwere bis schwere Anämie	77 (2,0)	82 (7,7)
	fehlende Daten	2001 (53,0)	568 (53,3)

Fortsetzung Tabelle 9:

<b>MSI nach cut-off</b>					
		<b>&lt;1,0</b>		<b>≥1,0</b>	
		<b>n</b>	<b>(%)</b>	<b>n</b>	<b>(%)</b>
<b>eGFR (ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>	≥60	1437	(38,0)	290	(27,2)
	<60	367	(9,7)	215	(20,2)
	fehlende Daten	1973	(52,2)	561	(52,6)
<b>LVEF</b>	≥30%	2301	(60,9)	478	(44,8)
	<30%	265	(7,0)	145	(13,6)
	fehlende Daten	1211	(32,1)	443	(41,6)
<b>höchster Wert Ck-MB (U/l)</b>	≤16	954	(25,3)	273	(25,6)
	17-46	954	(25,3)	252	(23,7)
	47-148	956	(25,3)	244	(22,9)
	>148	913	(24,2)	296	(27,8)
	fehlende Daten	1211	(32,1)	443	(41,6)
<b>Infarktklassifizierung nach Aufnahme EKG</b>	STEMI	1357	(36,5)	375	(35,9)
	NSTEMI	2168	(58,3)	567	(54,3)
	Blockbild	194	(5,2)	103	(9,9)
	fehlende Daten	1211	(32,1)	443	(41,6)
<b>mindestens ein rekanalisierendes Verfahren angewandt</b>	bestätigt	3167	(83,8)	707	(66,3)
	nicht bestätigt	610	(16,2)	359	(33,7)
<b>28-Tage-Überleben</b>	Ja	3660	(96,9)	884	(82,9)
	Nein	117	(3,1)	182	(17,1)

## 6.3 Ergebnisse der logistischen Regressionsanalysen

### 6.3.1 Herzfrequenz (HF)

Nach Adjustierung für Alter und Geschlecht ergab sich eine Odds Ratio (OR) von 3,75 (95% Konfidenzintervall (KI) 2,72-5,17) für Patienten im 4. Quartil im Vergleich zu Patienten im 2.Quartil (Referenzquartil), innerhalb von 28 Tagen nach stationärer Aufnahme zu versterben. Diese signifikante Assoziation blieb auch im voll-adjustierten Modell mit einer OR von 2,33 (95% KI 1,49-3,63) bestehen. Alle anderen HF-Quartile zeigten keinen signifikanten Zusammenhang mit der Kurzzeitmortalität im voll-adjustierten Modell (Tabelle 10).

Tabelle 10: Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und 28-Tage-Mortalität

Herz- frequenz	Todesfälle	Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert
≤68	48 (16,1)	1,01 (0,68-1,50)	0,9489	0,98 (0,66-1,45)	0,9174	1,59 (0,95-2,68)	0,0804
69-80	56 (18,7)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)	
81-90	44 (14,7)	1,53 (1,02-2,29)	0,0407	1,54 (1,02-2,31)	0,0385	1,22 (0,70-2,12)	0,4851
>90	151 (50,5)	3,91 (2,85-5,36)	0	3,75 (2,72-5,17)	<0,0001	2,33 (1,49-3,63)	0,0002

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktklassifizierung, LVEF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

### 6.3.2 Systolischer Blutdruck

Für den systolischen Blutdruck bei Aufnahme zeigte sich bei Patienten im untersten Quartil im Vergleich zum 2. Quartil (Referenzgruppe) eine signifikant erhöhte OR nach Adjustierung für Alter und Geschlecht von 3,17 (95% KI 2,32-4,32). Nach multivariabler Adjustierung ergab sich mit einer OR von 2,70 (95% KI 1,73-4,19) bei einem p-Wert von <0,0001 ein weiterhin signifikanter Zusammenhang. Patienten mit systolischen Blutdruckwerten im 3. und 4. Quartil hatten im Vergleich zum 2. Quartil keine signifikant erhöhte oder erniedrigte Odds, innerhalb 28 Tagen zu versterben (Tabelle 11).

Tabelle 11: Zusammenhang zwischen systolischem Blutdruck und 28-Tage-Mortalität

RR sys	Todesfälle	Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert
≤124	156 (52,2)	3,11 (2,30-4,22)	<0,0001	3,17 (2,32-4,32)	<0,0001	2,70 (1,73-4,19)	<0,0001
125-140	63 (21,1)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)	
141-160	38 (12,7)	0,60 (0,40-0,90)	0,0146	0,58 (0,38-0,87)	0,0094	0,88 (0,51-1,51)	0,6357
>160	42 (14,0)	0,74 (0,50-1,10)	0,1417	0,67 (0,45-1,00)	0,0517	0,87 (0,51-1,49)	0,6158

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktklassifizierung, LVEF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

### 6.3.3 Diastolischer Blutdruck

Beim diastolischen Aufnahmeblutdruck zeigte sich ebenso im untersten Quartil im Vergleich zum 2. Quartil (Referenzgruppe) eine signifikant erhöhte OR in den alters- und geschlechtsadjustierten Analysen von 3,28 (95% KI 2,39-4,50) innerhalb 28 Tagen nach Krankenhausaufnahme zu versterben. Nach multivariabler Adjustierung blieb das Ergebnis mit einer OR von 2,32 (95% KI 1,50-3,66) bei einem p-Wert von 0,0002 weiterhin signifikant. Patienten mit diastolischen Blutdruckwerten im 3. und 4. Quartil hatten in Vergleich zum Referenzquartil keine signifikant erhöhte Mortalität (Tabelle 12).

Tabelle 12: Zusammenhang zwischen diastolischem Aufnahmeblutdruck und 28-Tage-Mortalität

RR dia	Todesfälle		Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	
≤70	159 (53,2)	3,42 (2,49-4,68)	<0,0001	3,28 (2,39-4,50)	<0,0001	2,34 (1,50-3,66)	0,0002	
71-80	56 (18,7)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)		
81-90	44 (14,7)	1,30 (0,87-1,95)	0,2037	1,38 (0,92-2,07)	0,1247	1,45 (0,83-2,52)	0,1875	
>90	40 (13,4)	0,86 (0,57-1,30)	0,4726	0,94 (0,62-1,43)	0,7891	0,86 (0,50-1,49)	0,5882	

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktklassifizierung, LVEF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

### 6.3.4 Arterieller Mitteldruck (MAP)

Für den MAP, der bei Aufnahme erhoben wurde, zeigte sich bei den Patienten des untersten Quartils im Vergleich zum 2. Quartil (Referenzgruppe) eine signifikant erhöhte OR nach Adjustierung für Alter und Geschlecht (OR 3,63; 95% KI 2,63-5,00). Im volladjustierten Modell ergab sich mit einer OR von 4,14 (95% KI 1,99-4,94) bei einem p-Wert von <0,0001 ein weiterhin signifikanter Zusammenhang mit der 28-Tage-Mortalität. Patienten mit einem MAP im 3. und 4. Quartil hatten im Vergleich zur Referenzgruppe (2. Quartil) keine signifikant erhöhte oder erniedrigte Odds, innerhalb von 28 Tagen zu versterben (Tabelle 13).



Tabelle 13: Zusammenhang zwischen arteriellem Mitteldruck und 28-Tage-Mortalität

MAP	Todesfälle		Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	
≤92	167 (55,9)	3,72 (2,71-5,11)	<0,0001	3,63 (2,63-5,00)	<0,0001	4,14 (1,99-4,94)	<0,0001	
93-103	54 (18,1)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)		
104-115	43 (14,4)	1,08 (0,72-1,62)	0,7171	1,06 (0,70-1,60)	0,7745	1,46 (0,83-2,55)	0,1873	
>115	35 (11,7)	0,76 (0,49-1,16)	0,2034	0,77 (0,50-1,18)	0,2298	1,00 (0,56-1,77)	0,9882	

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktclassifizierung, LVEF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

### 6.3.5 Blutdruckamplitude (Pulse Pressure, PP)

Für Patienten mit Blutdruckamplituden-Werten im 1.Quartil ergab sich in Bezug auf das Referenzquartil (4. Quartil, d.h. PP >75 mmHg) nach Adjustierung für Alter und Geschlecht mit einer OR von 3,76 (95% KI 2,68-5,28) bei einem p-Wert von <0,0001 ein signifikantes Ergebnis. Auch nach multivariabler Adjustierung zeigte sich eine signifikant erhöhte OR von 2,45 (95% KI 1,54-3,92; p-Wert 0,0002). Für alle anderen PP-Quartile zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang mit der Kurzzeitmortalität in den Modellen (Tabelle 14).

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen Pulse Pressure bei Aufnahme und 28-Tage-Mortalität

PP	Todesfälle		Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	
≤50	178 (59,5)	2,90 (2,08-4,05)	<0,0001	3,76 (2,68-5,28)	<0,0001	2,45 (1,54-3,92)	0,0002	
51-60	45 (15,1)	1,11 (0,73-1,69)	0,6293	1,36 (0,89-2,07)	0,1593	1,56 (0,88-2,76)	0,1298	
61-75	30 (10,0)	0,81 (0,50-1,29)	0,3654	0,94 (0,58-1,50)	0,7857	0,98 (0,53-1,80)	0,953	
>75	46 (15,4)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)		

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktclassifizierung, verringerte EF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

### 6.3.6 Schockindex (SI)

Nach Adjustierung für Alter und Geschlecht ergab sich für Patienten mit einem Schockindex bei Krankenhausaufnahme von  $\geq 0,7$  eine OR von 6,71 (95% KI 5,19-8,67) im Vergleich zu Patienten mit einem Schockindex von  $< 0,7$  innerhalb von 28 Tagen nach stationärer Aufnahme zu versterben. Im voll adjustierten Modell blieb dieser Zusammenhang mit einer OR von 2,9 (95% CI 2,05-4,12) bei einem p-Wert von  $< 0,0001$  weiterhin signifikant (Tabelle 15).

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Schockindex und 28-Tage-Mortalität

Todesfälle		Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
SI	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert
$< 0,7$	95 (31,8)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)	
$\geq 0,7$	204 (68,2)	6,60 (5,13-8,50)	$< 0,0001$	6,71 (5,19-8,67)	$< 0,0001$	2,90 (2,05-4,12)	$< 0,0001$

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktclassifizierung, LVEF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

### 6.3.7 Modifizierter Schockindex (MSI)

Nach Adjustierung für Alter und Geschlecht ergab sich für Patienten mit einem modifizierten Schockindex von  $\geq 1,0$  bei Aufnahme eine OR von 6,28 (95% KI 4,90-8,04) im Vergleich zu Patienten mit einem modifizierten Schockindex  $< 1,0$  innerhalb von 28 Tagen nach stationärer Aufnahme zu versterben. Im voll adjustierten Modell blieb dieser Zusammenhang signifikant mit einer OR von 2,39 (95% KI 1,68-3,38; p-Wert  $< 0,0001$ ) (Tabelle 16).

Tabelle 16: Zusammenhang zwischen modifiziertem Schockindex und 28-Tage-Mortalität

MSI	Todesfälle	Unadjustiertes Modell		Adjustiert für Alter, Geschlecht		Voll adjustiertes Modell*	
	n (%)	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert	OR (95% KI)	P-Wert
<1,0	117 (39,1)	1 (Referenz)		1 (Referenz)		1 (Referenz)	
≥1,0	182 (60,9)	6,44 (5,05-8,22)	<0,0001	6,28 (4,90-8,04)	<0,0001	2,39 (1,68-3,38)	<0,0001

\*Adjustiert für Alter, Geschlecht, Anämie, eGFR, Hyperlipoproteinämie, Diabetes mellitus, Schlaganfall, Rauchgewohnheiten, BMI, Herzinfarktklassifizierung, LVEF, rekanalisierende Behandlung des Infarkts, max. CK-Konzentration  
OR: Odds Ratio, KI: Konfidenzintervall

## 6.4 Prädiktoren der 28-Tage-Mortalität bei Patienten mit inzidentem Myokardinfarkt

Anhand von Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysen wurde die Aussagekraft der unterschiedlichen Blutdruck- und Schockindex-Variablen bei Krankenhausaufnahme hinsichtlich der 28-Tage-Mortalität untersucht.

Beim Vergleich der beiden untersuchten Schockindex-Variablen mit der Herzfrequenz bei Aufnahme, konnten als beste Prädiktoren für die Kurzzeitmortalität der SI mit einer AUC von 0,751 (95% CI 0,719-0,782) und der MSI mit einer AUC von 0,753 (95% CI 0,722-0,784) ermittelt werden. Die AUC der Herzfrequenz lag hingegen nur bei 0,666 (95% CI 0,630-0,702) (Abbildung 2).

Beim Vergleich der verschiedenen Blutdruckvariablen zeigte sich, dass der systolische Blutdruck bei Aufnahme in die Klinik mit einer AUC von 0,698 (95% CI 0,663-0,733) mit Abstand der beste Prädiktor für die Kurzzeitmortalität war. Für den diastolischen Blutdruck ergab sich eine AUC von 0,660 (95% CI 0,663-0,733). Die AUC für den MAP lag bei 0,668 (95% CI 0,654-0,723). Bei der Blutdruckamplitude (PP) lag der Wert der AUC bei 0,666 (95% CI 0,631-0,701) (Abbildung 3).

Abbildung 2: Vergleich der beiden Schockindex-Variablen mit der Herzfrequenz hinsichtlich der 28-Tage-Mortalität

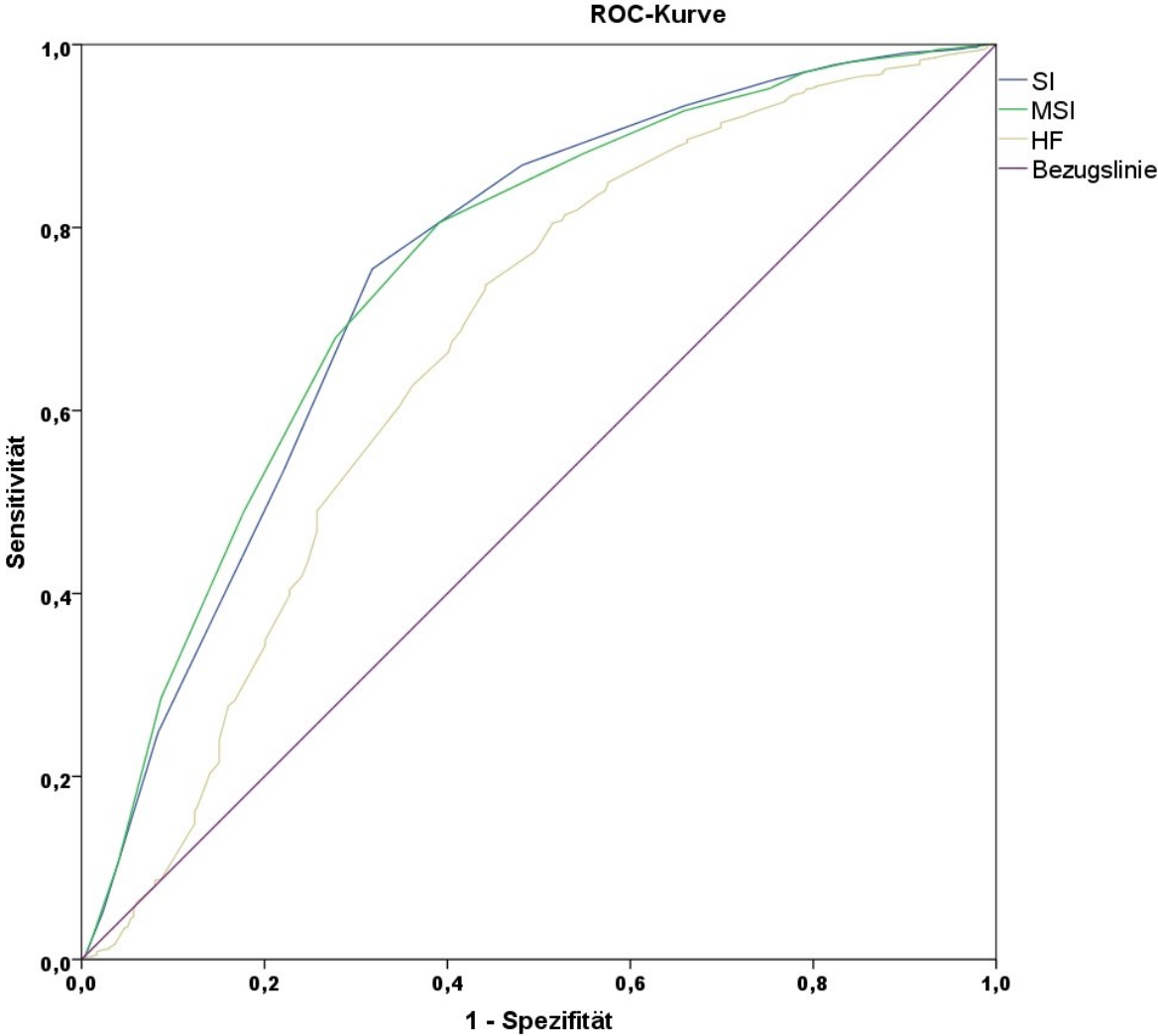
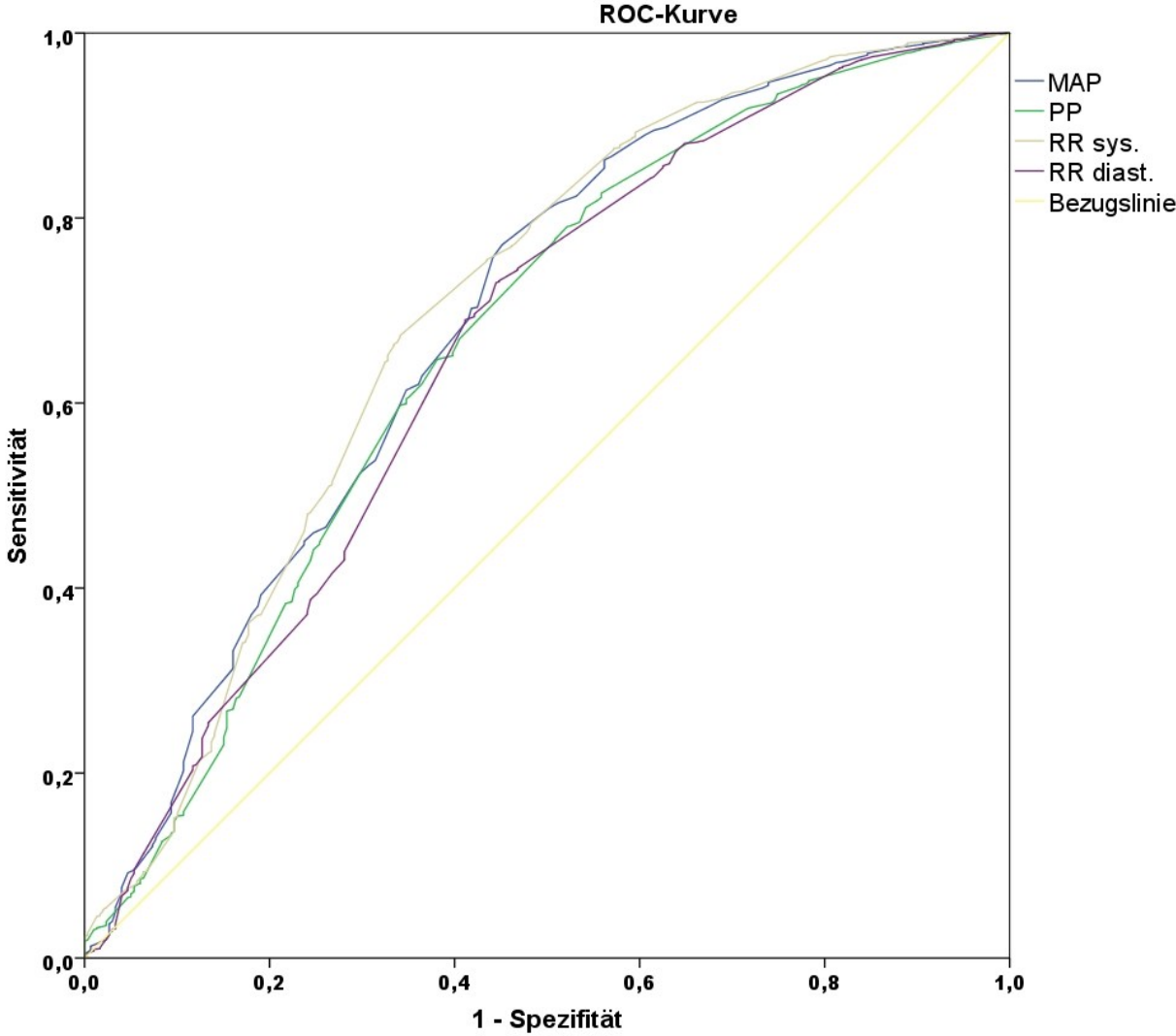


Abbildung 3: Vergleich der verschiedenen Blutdruckvariablen hinsichtlich der 28-Tage-Mortalität



## 6.5 Ermittlung der Cut-Off-Werte für den Schockindex/modifizierten Schockindex (Youden-Index)

Bei der Ermittlung des Cut-off-Wertes für den Schockindex in unserer Studienpopulation ergab sich ein Wert von 0,650 (Youden-Index 0,437) (Tabelle 17).

Tabelle 17: Cut-Off-Bestimmung: Schockindex

Cut-Off	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden
-0,800	1,000	1,000	0,000	0,000
0,250	0,997	0,997	0,003	-0,001
0,350	0,977	0,948	0,052	0,029
0,450	0,916	0,752	0,248	0,164
0,550	0,779	0,466	0,534	0,313
0,650	0,682	0,245	0,755	0,437
0,750	0,518	0,132	0,868	0,387
0,850	0,341	0,067	0,933	0,274
0,950	0,241	0,038	0,962	0,203
1,050	0,177	0,022	0,978	0,155
1,150	0,130	0,014	0,986	0,116
1,250	0,097	0,009	0,991	0,088
1,350	0,060	0,007	0,993	0,053
1,450	0,037	0,005	0,995	0,032
1,550	0,030	0,003	0,997	0,027
1,650	0,020	0,003	0,997	0,017
1,750	0,020	0,002	0,998	0,019
1,850	0,017	0,001	0,999	0,016
1,950	0,013	0,001	0,999	0,013
2,050	0,013	0,000	1,000	0,013
2,150	0,007	0,000	1,000	0,006
2,700	0,003	0,000	1,000	0,003
3,250	0,003	0,000	1,000	0,003
4,300	0,000	0,000	1,000	0,000

In unserer Studienpopulation ergab sich bei der Ermittlung des Cut-off-Wertes für den modifizierten Schockindex ein Wert von 0,950 (Youden-Index 0,414) (Tabelle 18).

Tabelle 18: Cut-Off-Bestimmung: Modifizierter Schockindex

Cut-Off	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden
-0,700	1,000	1,000	0,000	0,000
0,350	0,997	0,998	0,002	-0,002
0,450	0,990	0,981	0,019	0,009
0,550	0,960	0,894	0,106	0,066
0,650	0,913	0,714	0,286	0,199
0,750	0,823	0,511	0,489	0,312
0,850	0,722	0,321	0,679	0,402
<b>0,950</b>	<b>0,609</b>	<b>0,195</b>	<b>0,805</b>	<b>0,414</b>
1,050	0,452	0,119	0,881	0,332
1,150	0,341	0,072	0,928	0,269
1,250	0,247	0,048	0,952	0,200
1,350	0,211	0,031	0,969	0,180
1,450	0,161	0,019	0,981	0,141
1,550	0,124	0,015	0,985	0,109
1,650	0,087	0,010	0,990	0,077
1,750	0,077	0,009	0,991	0,068
1,850	0,064	0,006	0,994	0,058
1,950	0,047	0,004	0,996	0,042
2,050	0,040	0,003	0,997	0,037
2,150	0,030	0,002	0,998	0,028
2,250	0,027	0,002	0,998	0,025
2,350	0,020	0,002	0,998	0,019
2,450	0,020	0,001	0,999	0,019
2,550	0,020	0,000	1,000	0,020
2,650	0,017	0,000	1,000	0,016
2,750	0,013	0,000	1,000	0,013
3,000	0,010	0,000	1,000	0,010
3,300	0,007	0,000	1,000	0,006
3,800	0,003	0,000	1,000	0,003
4,800	0,000	0,000	1,000	0,000
6,400	0,000	0,000	1,000	0,000

## 7 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass eine erhöhte Herzfrequenz ( $>90$  bpm), ein erniedrigter systolischer ( $\leq 124$  mmHg) sowie erniedrigter diastolischer Blutdruck ( $\leq 70$  mmHg), ein arterieller Mitteldruck von  $\leq 92$  mmHg, eine Blutdruckamplitude von  $\leq 50$  mmHg, als auch die beiden Schockindizes (SI  $\geq 0,7$ , MSI  $\geq 1,0$ ), signifikant mit einer erhöhten Kurzzeitmortalität assoziiert sind. Diese signifikanten Zusammenhänge blieben auch nach Adjustierung für verschiedene Faktoren (Alter, Geschlecht, etc.) in den Modellen bestehen.

Den größten Vorhersagewert hinsichtlich der 28-Tage-Mortalität hatten der SI sowie der MSI.

### 7.1 Herzfrequenz (HF) und Kurzzeitmortalität

In unserer Arbeit zeigte sich, dass Patienten mit einer Herzfrequenz von  $>90$  bpm im Vergleich zur Referenzgruppe (Herzfrequenz von 69-80bpm) eine fast vierfach erhöhte OR (3,91, 95% KI 2,85-5,36) hatten, innerhalb von 28 Tagen zu versterben. Dieser Effekt blieb auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht sowie im voll adjustierten Modell bestehen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Bangalore et al. (19), deren Untersuchung allerdings auf Patienten mit einem NSTEMI fokussierte. Aber auch hier wurde ein erhöhtes Risiko für Patienten mit einer initial erhöhten Herzfrequenz festgestellt. In der Gruppe von Patienten mit einer Herzfrequenz  $\leq 68$  bpm konnten wir – im Gegensatz zu Bangalore et al. (19) - keinen signifikanten Zusammenhang mit einer erhöhten Kurzzeitmortalität beobachten. Möglicherweise sind die unterschiedlichen Ergebnisse auf die unterschiedlichen Patientengruppen, auf denen die Untersuchungen beruhen, zurückzuführen.

In der Untersuchung von Perne et al. (25) zeigte sich vergleichbar mit unseren Ergebnissen ein erhöhtes Risiko für Myokardinfarktpatienten mit einer Herzfrequenz  $>90$  bpm, die in spezialisierten Chest-Pain-Units versorgt wurden.

Dobre et al. (33) konnten in ihrer Untersuchung bezüglich der prognostischen Aussagekraft von Herzfrequenz und Blutdruckamplitude in einer Hochrisikopopulation von Herzinfarktpatienten (Patienten mit Herzinsuffizienz) ebenfalls feststellen, dass



eine erhöhte Herzfrequenz bei Aufnahme mit einer erhöhten Kurzzeit-Sterblichkeit assoziiert ist.

## 7.2 Systolischer Blutdruck, diastolischer Blutdruck und Kurzzeitmortalität

Im Vergleich zur Referenzgruppe (systolischer Blutdruck 125-140 mmHg) ergab sich für Herzinfarktpatienten mit einem systolischen Aufnahmeblutdruck von  $\leq 124$  mmHg eine mehr als dreifach erhöhte OR im unadjustierten Modell und eine noch zweifach erhöhte OR im volladjustierten Modell, innerhalb 28 Tagen nach Infarkt zu versterben. Dieser Zusammenhang dürfte sich weitestgehend aus der Tatsache erklären, dass diese Patienten eher einen kardiogenen Schock entwickeln, was sich dann negativ auf die Gesamtprognose auswirkt. Eine vergleichsweise bessere Prognose hatten Patienten mit einem systolischen Aufnahmeblutdruck von 141-160 mmHg sowie mit einem systolischen Blutdruck  $>160$  mmHg. Die Odds Ratios innerhalb von 28 Tagen zu versterben waren bei diesen Gruppen zwar nicht signifikant erniedrigt, jedoch lässt sich aus den Ergebnissen ein prognostisch eher günstiger Effekt auf die Kurzzeitmortalität ableiten.

Vergleichbare Ergebnisse fanden sich bei Bangalore et al. (20), die sich in ihrer Untersuchung auf Patienten mit NSTEMI beschränkten. Dabei zeigte sich für Patienten mit einem Blutdruck  $<70$  mmHg eine fast dreifach erhöhte OR in Bezug auf die Kurzzeitmortalität. Darüber hinaus war das Risiko zu versterben in dieser Untersuchung umso niedriger, je höher der gemessene Blutdruck war. Ma et al. (28) zeigten in ihrer Untersuchung von verschiedenen Blutdruckparametern bei Patienten mit STEMI, dass ein niedrigerer systolischer Blutdruck eher mit einem erhöhten Risiko zu versterben verbunden ist.

Für den diastolischen Blutdruck ergaben sich in unserer Analyse sehr ähnliche und mit den Ergebnissen für den systolischen Blutdruck vergleichbare Zusammenhänge. Die meisten innerhalb von 28 Tagen verstorbenen Patienten ( $n=159$ ; 53,2%) entfielen auf die Gruppe mit einem diastolischen Aufnahmeblutdruck  $\leq 70$  mmHg; die ORs waren mit den Ergebnissen für den systolischen Blutdruck in den verschiedenen Modellen vergleichbar. Dagegen konnten Ma et al. in ihrer Untersuchung für den diastolischen

Blutdruck keinen signifikanten Zusammenhang mit der Kurzzeitsterblichkeit finden (28).

Die Ergebnisse sind insofern nicht sehr überraschend, als dass sich der systolische und diastolische Blutdruck in weiten Teilen gegenseitig beeinflussen und eine Erniedrigung des systolischen Wertes meistens auch eine des diastolischen nach sich zieht. Darüber hinaus sollte erwähnt werden, dass der diastolische Blutdruck im akuten Geschehen manchmal in der frühen Versorgungsphase nicht, sondern nur der systolische Wert palpatorisch erhoben wird.

### 7.3 Arterieller Mitteldruck (MAP) und Kurzzeitmortalität

Bei der Betrachtung des arteriellen Mitteldrucks, der die statische Komponente des Blutdruckes darstellt und hauptsächlich zur Beurteilung der Hirn- beziehungsweise Organperfusion dient, waren in der Patientengruppe mit einem Aufnahme-MAP  $\leq 92$  mmHg insgesamt 299 (n=167; 55,9%) Patienten innerhalb 28 Tagen nach Infarkt verstorben. Die OR im Vergleich zur Patientengruppe mit einem MAP von 93-103 mmHg war im volladjustierten Modell mit 4,14 (95% KI 1,99-4,94) signifikant erhöht. Dieses Ergebnis überrascht nicht, da der MAP durch die Parameter systolischer und diastolischer Blutdruck bedingt ist, und ein daher ähnliches Ergebnis zu erwarten war. So fanden sich in bei Patienten mit höherem arteriellen Mitteldruck weniger Todesfälle. Ma et al. beobachteten in ihrer Untersuchung auch zum arteriellen Mitteldruck keinen signifikanten Zusammenhang mit der Kurzzeitmortalität (28). Shiraishi et al. hingegen konnten zeigen, dass in ihrem Kollektiv von japanischen Patienten mit einem akuten Myokardinfarkt, die primär durch Herzkatheterintervention behandelt worden waren, eine signifikant höhere Mortalität im Krankenhaus in der Gruppe mit einem arteriellen Mitteldruck  $< 79$  mmHg zu verzeichnen war (26).

### 7.4 Blutdruckamplitude (PP) und Kurzzeitmortalität

Bei der Blutdruckamplitude (Pulsdruck) handelt es sich um einen Messwert, der unter bestimmten Voraussetzungen Rückschlüsse auf die Elastizität der Arterien geben kann. Unter gesunden Bedingungen gelten Werte bis 65 mmHg als normal. Jede Erhöhung des Pulsdruckes um 10 mmHg über die Norm ist dabei mit einem um mehr als 20% erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Komplikationen vergesellschaftet (34).

In einer Akutsituation, wie sie beispielsweise der akute Myokardinfarkt darstellt, kann eine hohe, beziehungsweise erhöhte Blutdruckamplitude eher einen positiven Effekt auf die Mortalität haben (33).

Wir konnten in unserer Untersuchung zeigen, dass eine Erniedrigung der Blutdruckamplitude (PP  $\leq$ 50 mmHg) mit einer signifikant erhöhten OR von fast 2,5 (95% KI 1,54-3,92) im Vergleich zur Referenzgruppe (PP  $>$ 75 mmHg), innerhalb von 28 Tagen zu versterben, einhergeht. Dobre et al. kamen in ihrer Untersuchung von Patienten, die einen akuten Myokardinfarkt hatten und zudem an einer Herzinsuffizienz litten, zu ähnlichen Ergebnissen. Das höchste Risiko zu versterben ergab sich dabei für die Gruppe mit einer Herzfrequenz über 75 bpm und einer Blutdruckamplitude von  $<$ 50 mmHg (33). Auch eine frühere Untersuchung von Petrie bestätigt diese Ergebnisse (35).

## 7.5 Schockindex und Kurzzeitmortalität

Der Schockindex wurde ursprünglich in der Traumaversorgung etabliert und kommt seither in vielen weiteren Bereichen der Notfallversorgung zum Einsatz. Es handelt sich dabei um einen Parameter, der relativ schnell mit standardmäßig bei Aufnahme erhobenen Vitalparametern berechnet werden kann. Eine Reihe von vorangegangenen Untersuchungen bestätigen dessen Vorhersagewert für die Mortalität (16, 21-24). Der Schockindex dürfte in der Akutsituation praktikabler sein, eine schnelle Einschätzung des Risikos für den Patienten vorzunehmen als andere, aufwendiger zu erhebende Scores in der Versorgung von Patienten mit akutem Myokardinfarkt wie beispielsweise GRACE (14) oder TIMI (15).

In unserer Untersuchung hatten Patienten mit einem Schockindex von  $\geq$ 0,7 im volladjustierten Modell eine fast 3-fach signifikant erhöhte Wahrscheinlichkeit innerhalb von 28 Tagen zu versterben im Vergleich zur Referenzgruppe (SI  $<$ 0,7). Von 299 Todesfällen entfielen dabei 204 (68,2%) auf die Gruppe mit einem Schockindex von  $\geq$ 0,7. Diese Ergebnisse decken sich mit denen anderer Untersuchungen wie beispielsweise der von Bilkova et al. (21). In dieser Studie wurde der Schockindex als Hilfe bei der Fragestellung, ob ein Patient konservativ, d.h. durch eine medikamentöse Lyse behandelt werden oder besser in ein Zentrum mit Herzkatheter-Bereitschaft verlegt werden sollte, verwendet. Die Studie kam zu dem Schluss, dass der

Schockindex mit der Prognose des Patienten korreliert. Huang et al. (22) zeigten in ihrer Untersuchung an STEMI-Patienten, dass der Schockindex ein guter Prädiktor für die 7-Tage-Gesamtsterblichkeitsrate ist. Der Schockindex war in diesem Zusammenhang der Herzfrequenz oder dem systolischen Blutdruck überlegen. Allerdings wies er bei der Vorhersage der Langzeitmortalität (hier 30 Tage) leichte Schwächen auf und war dem TIMI-Risk-Score etwas unterlegen (22). Spyridopoulos et al. stellten den Schockindex ebenfalls als guten Prädiktor der Sterblichkeit bei Patienten mit STEMI und primär durchgeführter Herzkatheterintervention dar (23). Bei ihrer Untersuchung wurde der Schockindex durch eine invasiv, während des Herzkatheters erhobene Blutdruckmessung, errechnet. Eine weitere Untersuchung von Kobayashi et al. widmete sich derselben Fragestellung bei Patienten mit NSTEMI und kam zu dem Ergebnis, dass Patienten mit einem Schockindex  $\geq 0,7$  im Vergleich zu Patienten mit einem Schockindex  $< 0,7$  eine erhöhte Mortalität aufwiesen (24).

## 7.6 Modifizierter Schockindex (MSI) und Kurzzeitmortalität

Der MSI berechnet sich aus der Herzfrequenz und dem MAP. Damit stellt er einen Parameter dar, der besser als der Schockindex, in den der systolische Blutdruck allein und die Herzfrequenz eingehen, ist, da er mehr die Durchblutungssituation der Gewebe widerspiegelt (36).

In der vorliegenden Untersuchung konnte im volladjustierten Modell eine 2,39-fach erhöhte signifikante Wahrscheinlichkeit für die Patientengruppe mit einem MSI  $\geq 1,0$  im Vergleich zur Referenzgruppe MSI  $< 1,0$  festgestellt werden, innerhalb von 28 Tagen zu versterben. Shangquan et al. führten bereits 2015 einen Vergleich von Schockindex und modifiziertem Schockindex in diesem Zusammenhang durch (18). Es zeigte sich eine erhöhte Sterblichkeit in der Gruppe der Patienten mit einem erhöhten MSI. Der Cut-Off lag hier allerdings bei 1,4 und es wurde nur die 7-Tage-Sterblichkeit untersucht (7). Abreu et al. untersuchten ebenfalls den Vorhersagewert des MSI (17). Der Cut-Off für den MSI lag bei dieser Studie bei 0,93 und der Beobachtungszeitraum für die Sterblichkeit belief sich auf sechs Monate. Dabei ergab sich eine 2-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für Patienten mit einem erhöhten MSI innerhalb des genannten Zeitraumes zu versterben (17).

## 7.7 Bester Prädiktor der Kurzzeitmortalität

Als beste Prädiktoren stellten sich in unserer Untersuchung der SI mit einem Cut-off-Wert von 0,7, sowie der MSI mit einem Cut-off-Wert von 1,0 heraus. Dies wurde durch einen Vergleich der AUC der verschiedenen Parameter ermittelt. Für den SI ergab sich bei der ROC-Kurve eine AUC von 0,751 (95% KI 0,719-0,781), für den MSI eine AUC von 0,753 (95% KI 0,722-0,784).

Unsere ermittelten Cut-off-Werte passen gut zu den bisher dazu veröffentlichten Studien, beziehungsweise den dort verwendeten Cut-off-Werten. So legten beispielsweise Huang et al. in ihrer Studienpopulation ebenfalls einen durch ROC-Analysen ermittelten Cut-Off von 0,7 fest (22). Kobayashi et al. (24), sowie Shangguan et al. (18) dagegen übernahmen diesen von Huang et al. aus dem Jahr 2014 errechneten Wert (22), ohne eigene Berechnung für ihre Studienpopulation durchzuführen. Bilkova et al. (21) verwendeten einen Cut-off von 0,8 für den SI. Spyridopoulos et al. (23) führten ihre Analysen mit einem Cut-Off von 1,0 für den SI durch; diesen hatten sie nicht für ihre Studienpopulation errechnet, sondern aus anderen Studien übernommen.

Unser errechneter Cut-Off-Wert für den MSI reiht sich mit einem Wert von 1,0 ebenfalls gut zwischen die bisher ermittelten beziehungsweise verwendeten Werte von Shangguan et al. (18; MSI Cut-off: 1,4) und Abreu et al. (17; MSI Cut-off: 0,93) ein.

Bei einem Vergleich des SI mit dem MSI in unseren Analysen, stellte sich der MSI als besserer Prädiktor für die 28-Tage-Mortalität dar (SI-AUC: 0,751 vs. MSI-AUC: 0,753). Dieses Ergebnis sollte in weiteren Studien geprüft und untermauert werden.

Auch Shangguan et al. kamen in ihrer Studie 2015 zu dem Ergebnis, dass der MSI dem SI in seiner Vorhersagekraft überlegen ist. Hier wurde allerdings für den MSI ein Cut-off-Wert von 1,4 verwendet, sowie die Vorhersagekraft für die 7-Tage-Mortalität bestimmt (18).

Beim Vergleich der verschiedenen Blutdruckparameter bei Aufnahme, stellte sich in unserer Analyse der diastolische Blutdruck mit einer AUC von 0,660 (95% KI 0,624-0,695) als ungeeignetster Prädiktor der 28-Tage-Mortalität dar. Dagegen war der systolische Blutdruck bei Aufnahme in die Klinik mit einer AUC von 0,698 (95% CI 0,663-0,733) mit Abstand der beste Prädiktor für die Kurzzeitmortalität. Leider konnte

bei Abschluss der Arbeit keine Arbeiten gefunden werden, bei der vergleichbare Untersuchungen durchgeführt wurden. Lediglich die Untersuchung von Ma et al. verglichen vier Blutdruckparameter untereinander, mit dem Ergebnis, dass hierbei lediglich die Blutdruckamplitude ein unabhängiger Prädiktor der Mortalität bei STEMI sei (28).

## 8 Limitationen und Stärken der Arbeit

Obwohl die Daten des Herzinfarktregisters sehr ausführlich sind, und die Daten sehr sorgfältig erhoben werden, kam es leider immer wieder vor, dass einzelne Datensätze unvollständig waren und deshalb nicht in die Analyse mit einbezogen werden konnten. Ein Vergleich mit anderen Studien könnte gegebenenfalls etwas erschwert werden durch die Tatsache, dass es sich bei den eingeschlossenen Patienten fast ausschließlich um deutsche Patienten in einem bestimmten Altersbereich handelte. Eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Ethnizitäten bzw. Altersgruppen ist somit nicht möglich.

Trotz der oben genannten Einschränkungen, dürften die Stärken unserer Untersuchung überwiegen. Diese liegen vor allem in der strukturierten und systematischen Datenerfassung, die auf standardisierten Patienteninterviews, intensivem Aktenstudium, und nicht zuletzt auf der jahrelangen Erfahrung der Mitarbeiter und Leiter des Registers fußt. Für die Analyse standen umfangreiche Angaben zur Charakterisierung der Patienten sowie Daten zur Diagnostik und Therapie zur Verfügung. Darüber hinaus kam es im Vergleich zu anderen Studien zu weniger Selektion. Es wurden konsekutiv alle Patienten erfasst, unabhängig davon, welcher Infarktklassifizierung sie zugeordnet wurden. Zudem wurden alle Patienten eingeschlossen, unabhängig davon, ob sie durch eine Intervention an den Koronargefäßen oder mit einem anderen rekanalisierenden Verfahren behandelt wurden.

## 9 Schlussfolgerung

Abschließend lässt sich aus unseren Ergebnissen folgern, dass bei Patienten mit inzidentem Herzinfarkt der systolische Blutdruck im Vergleich zum diastolischen

Blutdruck und der Herzfrequenz bei Aufnahme ins Krankenhaus der beste Prädiktor für die Kurzzeitmortalität war.

Jedoch war der systolische Blutdruck den berechneten, beziehungsweise kombinierten Parametern (MAP, PP, SI, MSI) hinsichtlich der Vorhersagekraft unterlegen. Unter diesen wiesen sowohl der SI als auch der MSI die besten prädiktiven Werte bezüglich der Kurzzeitmortalität auf. Dabei war der MSI dem SI etwas überlegen. Weitere prospektive Studien sind nötig, um diese Ergebnisse zu bestätigen.

## 10 Zusammenfassung

Todesfälle, die auf kardiovaskuläre Krankheiten zurückgeführt werden können, stellen nach wie vor den größten Anteil an Todesfällen in Deutschland dar. Auch wenn sich die Erkennung und Versorgung von Patienten mit Herz-Kreislaufkrankheiten ständig verbessert, gibt es dennoch wenig zuverlässige Parameter, die im Akutgeschehen eine valide Aussage über die Kurzzeitprognose, d.h. Überlebenschance zulassen. Zwar wurden in früheren Studien einzelne klinische Parameter hinsichtlich der Vorhersagekraft der Kurzzeitmortalität bei Herzinfarktpatienten untersucht, allerdings gibt es bisher wenige bis gar keine Untersuchungen, die diese einander gegenüberstellen und somit den geeignetsten Prognose-Parameter für die Kurzzeitmortalität identifizierten.

Die vorliegende Arbeit befasste sich deshalb mit der Assoziation zwischen verschiedenen Vitalparametern bei Krankenhausaufnahme und der 28-Tage-Mortalität bei 25-74jährigen Patienten mit akutem inzidenten Herzinfarkt. Schließlich wurde der Vitalparameter mit der besten Vorhersagekraft bezogen auf die Kurzzeitmortalität ermittelt. Die Analysen wurden auf der Basis von Daten des KORA Herzinfarktregisters durchgeführt. Eingeschlossen wurden alle nicht-tödliche Erstinfarkte, die sich in den Jahren 2000 bis 2008 in der Studienregion ereigneten (n=4843).

Es wurden die gebräuchlichsten bei Krankenhausaufnahme erhobenen Vitalparameter verglichen. Diese waren die Herzfrequenz und der systolische, sowie diastolische Blutdruck. Daraus wurden folgende weitere Parameter errechnet: arterieller Mitteldruck (MAP), Blutdruckamplitude (PP), Schockindex (SI), modifizierter Schockindex (MSI).

Es wurden verschiedene logistische Regressionsanalysen durchgeführt, die die Assoziation der einzelnen Parameter als jeweilige Einflussgröße auf die 28-Tage-Mortalität untersuchten. Es wurden sowohl alters- und geschlechtsadjustierte als auch multivariabel adjustierte Modelle erstellt.

Als Ergebnis zeigte sich, dass bei Betrachtung der herkömmlichen Vitalparameter (Herzfrequenz, Blutdruck diastolisch/systolisch), der systolische Blutdruckwert der beste Prädiktor für die Kurzzeitmortalität war. Im Vergleich mit den errechneten, beziehungsweise kombinierten Parametern (MAP, PP, SI, MSI) war der systolische Blutdruck hinsichtlich der Prädiktion jedoch unterlegen. Schließlich stellte sich der modifizierte Schockindex im Vergleich zu allen anderen untersuchten Parameter als der beste Prädiktor bezüglich der 28-Tage-Mortalität heraus.

In dieser Arbeit wurden auch Cut-off-Werte für den Schockindex und den modifizierten Schockindex anhand des Youden-Index berechnet. Dabei ergab sich für den SI ein Cut-off von 0,7 und für den MSI ein Wert von 1,0.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung lässt sich folgern, dass bei Patienten mit inzidentem Herzinfarkt der systolische Blutdruck im Vergleich zum diastolischen Blutdruck und der Herzfrequenz bei Aufnahme ins Krankenhaus einen guten Prädiktor für die Kurzzeitmortalität darstellt. Jedoch scheinen abgeleitete Parameter wie MAP, PP, SI, MSI dem systolischen Blutdruck hinsichtlich der Vorhersagekraft überlegen zu sein. Insbesondere der MSI stellte sich in vorliegender Arbeit als bester Prädiktor bezüglich der Kurzzeitmortalität heraus. Weitere prospektive Studien sind nötig, um diese Ergebnisse zu bestätigen.



# 11 Literaturverzeichnis

1. Kirchberger, I., et al. (2012). Presenting symptoms of myocardial infarction predict short- and long-term mortality: the MONICA/KORA Myocardial Infarction Registry. Am Heart J 164(6): 856-61.
2. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Robert Koch-Institut in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt, Heft 33 August 2006, Koronare Herzkrankheit und akuter Myokardinfarkt, Berlin: Robert Koch-Institut ISBN 978-3-89606-170-6 / ISBN 1437-5478.
3. AMBOSS GmbH; Kapitel: Atherosklerose und kardiovaskuläre Prävention, [Kapitel zuletzt aktualisiert am 14.12.2020; Kapitel abgerufen am : 06.01.2020; <https://next.amboss.com/de/article/s70tMh?q=atherosklerose%20und%20kardiovaskul%C3%A4re%20pr%C3%A4vention#Zafe24f854a0196c868effeadc82d6c2c>
4. AMBOSS GmbH; Abbildung: Pathogenese der Atherosklerose, Kapitel Atherosklerose und kardiovaskuläre Prävention, [Kapitel zuletzt aktualisiert 14.12.2020; Abbildung abgerufen am 02.02.2020; <https://next.amboss.com/de/article/s70tMh?q=atherosklerose%20und%20kardiovaskul%C3%A4re%20pr%C3%A4vention#Zafe24f854a0196c868effeadc82d6c2c>
5. D'Agostino, R.B. Sr, et al. (2008). General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. Circulation 117(6): 743-53.
6. Kuulasmaa, K., et al. (2000). Estimation of contribution of changes in classic risk factors to trends in coronary-event rates across the WHO MONICA Project populations. Lancet 355(9205): 675-87.
7. Brown, J.C., et al. (2021). Risk factors for coronary artery disease. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan.
8. AMBOSS GmbH; Kapitel: Atherosklerose und kardiovaskuläre Prävention - Risikofaktoren, [Kapitel zuletzt aktualisiert am 14.12.2020; Kapitel abgerufen am 02.02.2020; <https://next.amboss.com/de/article/s70tMh?q=atherosklerose%20und%20kardiovaskul%C3%A4re%20pr%C3%A4vention#Zafe24f854a0196c868effeadc82d6c2c>

9. Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020 | Stand 03.08.2020 / 21:21:42
10. Kim, C.S, et al. (2011). Concomitant renal insufficiency and diabetes mellitus as prognostic factors for acute myocardial infarction. Cardiovasc Diabetol 10:95.
11. Aydin, S., et al. (2019). Biomarkers in acute myocardial infarction: current perspectives. Vasc Health Risk Manag 15: 1-10.
12. Congo, K.H., et al. (2019). New-Onset Atrial Fibrillation in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: Predictors and Impact on Therapy And Mortality. Arq Bras Cardiol 113(5): 948-957.
13. Savic, L., et al. (2018). Prognostic impact of renal dysfunction on long-term mortality in patients with preserved, moderately impaired, and severely impaired left ventricular systolic function following myocardial infarction. Anatol J Cardiol 20(1): 21-28.
14. Poldervaart, J.M., et al. (2017). Comparison of the GRACE, HEART and TIMI score to predict major adverse cardiac events in chest pain patients at the emergency department. Int J Cardiol 227: 656-661.
15. Poldervaart, J.M., et al. (2017). Effect of using the HEART score in patients with chest pain in the emergency department: a stepped-wedge, cluster randomized trial. Ann Intern Med 166: 689–97.
16. Zhang, X., et al. (2017). "The prognostic value of shock index for the outcomes of acute myocardial infarction patients: A systematic review and meta-analysis." Medicine 96(38).
17. Abreu, G., et al. (2018). "Modified shock index: A bedside clinical index for risk assessment of ST-segment elevation myocardial infarction at presentation." Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition) 37(6): 481-488.
18. Shangguan, Q., et al. (2015). "Modified shock index is a predictor for 7-day outcomes in patients with STEMI." The American journal of emergency medicine 33(8): 1072-1075.
19. Bangalore, S., et al. (2010). "The association of admission heart rate and in-hospital cardiovascular events in patients with non-ST-segment elevation acute

coronary syndromes: results from 135 164 patients in the CRUSADE quality improvement initiative." Eur Heart J 31(5): 552-560.

20. Bangalore, S., et al. (2009). "Blood pressure paradox in patients with non–ST-segment elevation acute coronary syndromes: Results from 139,194 patients in the Can Rapid risk stratification of Unstable angina patients Suppress ADverse outcomes with Early implementation of the American College of Cardiology/American Heart Association Guidelines (CRUSADE) quality improvement initiative." American heart journal 157(3): 525-531.
21. Bilkova, D., et al. (2011). "Shock index: a simple clinical parameter for quick mortality risk assessment in acute myocardial infarction." Canadian Journal of Cardiology 27(6): 739-742.
22. Huang, B., et al. (2014). "Usefulness of the admission shock index for predicting short-term outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction." The American journal of cardiology 114(9): 1315-1321.
23. Spyridopoulos, I., et al. (2015). "Shock-index as a novel predictor of long-term outcome following primary percutaneous coronary intervention." European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care 4(3): 270-277.
24. Kobayashi, A., et al. (2016). "Shock Index as a predictor for In-hospital mortality in patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction." Cardiovascular Revascularization Medicine 17(4): 225-228.
25. Perne, A., et al. (2016). "Admission heart rate in relation to presentation and prognosis in patients with acute myocardial infarction. Treatment regimens in German chest pain units." Herz 41(3): 233-240.
26. Shiraishi, J., et al. (2016). "Relationship between mean blood pressure at admission and in-hospital outcome after primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction." International heart journal 57(5): 547-552.
27. El-Menyar, A., et al. (2011). "Initial hospital pulse pressure and cardiovascular outcomes in acute coronary syndrome." Archives of cardiovascular diseases 104(8-9): 435-443.
28. Ma, W. F., et al. (2016). "Comparison of 4 Admission Blood Pressure Indexes

- for Predicting 30-Day Mortality in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction." Am J Hypertens 29(3): 332-339.
29. Löwel, H., et al. (2005). The population-based acute myocardial infarction (AMI) registry of the MONICA/KORA study region of Augsburg. Gesundheitswesen 67 Suppl 1: S31-7.
30. Tunstall-Pedoe, H., et al. (1994). Myocardial infarction and coronary deaths in the World Health Organization MONICA Project. Registration procedures, event rates, and case-fatality rates in 38 populations from 21 countries in four continents. Circulation 90(1): 583-612.
31. Levey, A.S., et al. (1999). A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. Ann Intern Med 130(6):461-70.
32. Meisinger, C., et al. (2006). Chronic kidney disease and risk of incident myocardial infarction and all-cause and cardiovascular disease mortality in middle-aged men and women from the general population. Eur Heart J 27(10): 1245-50.
33. Dobre, D., et al. (2018). "Heart rate, pulse pressure and mortality in patients with myocardial infarction complicated by heart failure." Int J Cardiol 271: 181-185.
34. Vetter, C. (2004). Hypertonie: Eine hohe Blutdruckamplitude weist auf kardiovaskuläres Risiko hin. Dtsch Arztebl 101(9): A-595
35. Petrie, C. J., et al. (2012). "A low pulse pressure predicts mortality in subjects with heart failure after an acute myocardial infarction: a post-hoc analysis of the CAPRICORN study." Clinical research in cardiology 101(1): 29-35.
36. Larsen, R., et al.: Anästhesie. 11. Auflage, Elsevier Verlag, München 2018, S.595

## 12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des atherosklerotischen Gefäßprozesses.....	7
Abbildung 2: Vergleich der beiden Schockindex-Variablen mit der Herzfrequenz hinsichtlich der 28-Tage-Mortalität.....	40
Abbildung 3: Vergleich der verschiedenen Blutdruckvariablen hinsichtlich der 28-Tage-Mortalität.....	41

## 13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitlicher Trend der Herzinfarkt-Raten je 100.000 Einwohner (95% Konfidenzintervalle) und 28-Tage-Mortalität in %, Alter 25-74 Jahre, altersstandardisiert (Augsburger Bevölkerung).....	6
Tabelle 2: Basischarakteristika der in die Studie eingeschlossenen Patienten.....	19
Tabelle 3: Patientencharakteristika nach Herzfrequenz .....	21
Tabelle 4: Patientencharakteristika nach systolischen Blutdruckwerten .....	23
Tabelle 5: Patientencharakteristika nach diastolischen Blutdruckwerten.....	24
Tabelle 6: Patientencharakteristika nach MAP .....	26
Tabelle 7: Patientencharakteristika nach Blutdruckamplitude.....	27
Tabelle 8: Patientencharakteristika nach Schockindex.....	28
Tabelle 9: Patientencharakteristika nach MSI.....	29
Tabelle 10: Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und 28-Tage-Mortalität.....	31
Tabelle 11: Zusammenhang zwischen systolischem Blutdruck und 28-Tage-Mortalität .....	31
Tabelle 12: Zusammenhang zwischen diastolischem Aufnahmeblutdruck und 28-Tage-Mortalität .....	32
Tabelle 13: Zusammenhang zwischen arteriellem Mitteldruck und 28-Tage-Mortalität .....	33
Tabelle 14: Zusammenhang zwischen Pulse Pressure bei Aufnahme und 28-Tage-Mortalität.....	33
Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Schockindex und 28-Tage-Mortalität.....	34
Tabelle 16: Zusammenhang zwischen modifiziertem Schockindex und 28-Tage-Mortalität.....	35
Tabelle 17: Cut-Off-Bestimmung: Schockindex .....	38
Tabelle 18: Cut-Off-Bestimmung: Modifizierter Schockindex.....	39

# 14 Eidesstattliche Versicherung

## Affidavit



## Eidesstattliche Versicherung

Wagner, Johannes

\_\_\_\_\_  
Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

„Zusammenhang zwischen Herzfrequenz, verschiedenen Blutdruckparametern und Schockindex bei Krankenhausaufnahme und der Kurzzeitmortalität bei Patienten mit akutem inzidenten Herzinfarkt“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Friedberg, 17.07.2022

Ort, Datum

Johannes Bernhard Wagner

Unterschrift Doktorand

## 15 Danksagung

Mein Dank gilt allem voran Frau Professor Dr. med. Christa Meisinger, für die Überlassung des Themas und den Rat und Tat mit dem sie mir bei der Entstehung dieser Arbeit zur Seite stand.

Zudem möchte ich mich bei Frau Dr. rer. biol. hum. Inge Kirchberger, sowie Herrn Dennis Freuer, für die zahlreichen großen und kleinen Unterstützungen von Anfang der Arbeit bis zum Schluss hin, bedanken.

Danke auch an alle anderen Personen, mit denen ich keinen persönlichen Kontakt hatte, die in welcher Form auch immer aber geholfen haben, diese Arbeit zu ermöglichen.

Abschließend ein letzter, aber dennoch nicht weniger bedeutsamer herzlicher Dank an meine Eltern, meinen Bruder, meine Freundin und meinen Sohn, die mir während der gesamten Zeit seelisch, sowie moralisch, als auch praktisch unterstützend zur Seite standen.