

**Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Transplantations-, Gefäß-
und Kinderchirurgie
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. C.-T. Germer**

Ergebnisse nach Roux-Y-Magenbypass – eine Analyse von Prediktoren für das postoperative Outcome

**Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Nadine Schnell
aus Pfedelbach**

Würzburg, Juni 2019

Referent: Professor Dr. med. Christian Jurowich

Korreferent: Professor Dr. med. Martin Fassnacht

Dekan: Professor Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Juli 2020

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	- 1 -
1.1	Definition und Einteilung der Adipositas	- 1 -
1.2	Adipositas und assoziierte Begleiterkrankungen als gesundheitliches und ökonomisches Problem	- 1 -
1.3	Konservative Therapie	- 3 -
1.4	Chirurgische Therapie.....	- 6 -
1.4.1	Entwicklung der bariatrischen Chirurgie.....	- 6 -
1.4.2	Voraussetzungen zur chirurgischen Therapie der Adipositas	- 8 -
1.4.3	Ergebnisse der bariatrischen Chirurgie	- 8 -
1.4.4	Der Roux-Y-Magenbypass (RYGB)	- 11 -
1.4.5	Nachsorge	- 15 -
1.5	Fragestellung der Arbeit	- 16 -
2	Patienten und Methoden.....	- 18 -
2.1	Patientenselektion und Einschlusskriterien	- 18 -
2.2	Variablen und Zielgrößen	- 18 -
2.3	Definitionen	- 19 -
2.3.1	Präoperative Variablen	- 19 -
2.3.2	Zielgrößen.....	- 23 -
2.4	Statistik	- 25 -
2.4.1	Software.....	- 25 -
2.4.2	Methoden der bivariaten Analyse.....	- 25 -
2.4.3	Multivariate Analyse bzw. Logistische Regression	- 27 -
2.4.4	Signifikanz.....	- 28 -
2.4.5	Dezimal-/Tausendertrennzeichen	- 28 -

3	Ergebnisse	- 29 -
3.1	Deskriptive/Univariate Analyse.....	- 29 -
3.1.1	Patientencharakteristika.....	- 29 -
3.1.2	Compliance.....	- 31 -
3.1.3	Body Mass Index (BMI).....	- 31 -
3.1.4	Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen	- 32 -
3.1.5	Psychiatrische Erkrankungen	- 36 -
3.1.6	Hb, Gesamteiweiß, Albumin	- 37 -
3.1.7	Vorbehandlung	- 38 -
3.1.8	Postoperative Komplikationen	- 39 -
3.1.9	Dumping-Syndrom	- 39 -
3.1.10	Non Responder	- 39 -
3.1.11	Postoperative Mangelzustände	- 42 -
3.2	Bivariate Analyse.....	- 44 -
3.2.1	Patientencharakteristika und präoperative Variablen	- 44 -
3.2.2	Non Responder Gewichtsreduktion.....	- 52 -
3.2.3	Non Responder Diabetes	- 55 -
3.2.4	Non Responder Hypertonie	- 58 -
3.2.5	Dumping-Syndrom	- 58 -
3.2.6	Postoperative Komplikationen	- 60 -
3.2.7	Postoperative Mangelzustände	- 61 -
3.3	Multivariate Analyse/Logistische Regression und Score	- 65 -
3.3.1	Non Responder Gewichtsreduktion.....	- 66 -
3.3.2	Non Responder Diabetes	- 68 -
3.3.3	Non Responder Hypertonie	- 71 -

3.3.4	Dumping-Syndrom	- 72 -
3.3.5	Postoperative Komplikationen	- 73 -
3.3.6	Postoperative Mangelzustände	- 75 -
4	Diskussion	- 89 -
4.1	Fragestellung, Studiendesign und Methoden	- 89 -
4.2	Patientencharakteristika und präoperative Variablen	- 90 -
4.2.1	Alter, Geschlecht und BMI	- 90 -
4.2.2	BMI und orale Antidiabetika	- 90 -
4.2.3	Alter und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen	- 91 -
4.2.4	Geschlecht und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen	- 91 -
4.2.5	Compliance und Alter/BMI/Depressionen	- 91 -
4.3	Non Responder Gewichtsreduktion	- 93 -
4.4	Non Responder Diabetes	- 96 -
4.5	Non Responder Hypertonie	- 99 -
4.6	Dumping-Syndrom	- 100 -
4.7	Postoperative Komplikationen	- 101 -
4.8	Postoperative Mangelzustände	- 103 -
4.9	Score	- 105 -
5	Limitationen der Studie	- 106 -
6	Zusammenfassung/Ausblick	- 107 -
	Abbildungsverzeichnis	- 110 -
	Tabellenverzeichnis	- 112 -
	Literaturverzeichnis	- 115 -

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body Mass Index
BPD	Biliopankreatische Diversion
BPD-DS	Biliopankreatische Diversion mit Duodenal Switch
CI	Konfidenzintervall
EWL	Excess Body Weight Loss (Abnahme des Übergewichts vom Ausgangswert in Prozent)
Fy	Exakter Test nach Fisher und Yates
ISCO	International Standard Classification of Occupations
ISEI	International Socio-Economic Index of Occupational Status
kcal	Kilokalorien
LGB	Laparoskopisches Magenband
MAS	Metabolic acuity score
mp	Exakter Test nach Mehta und Patel
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NR	Non Responder
NRG	Non Responder Gewichtsreduktion
oGTT	Oraler Glucosetoleranztest
OR	Odds Ratio
P	Probability, Wahrscheinlichkeit
PTH	Parathormon
PCO-Syndrom	Polyzystisches Ovarial-Syndrom
RWL	Relative Weight Loss
RYGB	Roux-Y-Magenbypass
ST	Standardabweichung
T2DM	Typ 2 Diabetes mellitus
WHO	World Health Organization

1 Einleitung

1.1 Definition und Einteilung der Adipositas

Die WHO (World Health Organization) definiert die Adipositas als „[...] eine über das Normalmaß hinausgehende Vermehrung des Körperfetts. Beurteilungsgrundlage für die Gewichtsklassifikation ist der Körpermassenindex [Body Mass Index (BMI)]. Der BMI ist der Quotient aus Gewicht und Körpergröße zum Quadrat (kg/m^2). Übergewicht ist definiert als $\text{BMI } 25\text{-}29,9 \text{ kg}/\text{m}^2$, Adipositas als $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$. [...]” [1]

Klassifiziert wird die Adipositas nach WHO in drei Schweregrade (siehe Tabelle 1.1). Von morbidem Adipositas spricht man ab einem $\text{BMI} \geq 40 \text{ kg}/\text{m}^2$ [2].

Tabelle 1.1 BMI-Klassifikation der Adipositas bei Erwachsenen [1]

Kategorie	BMI [kg/m^2]	Risiko für Folgeerkrankungen
Untergewicht	< 18,5	niedrig
Normalgewicht	18,5 – 24,9	durchschnittlich
Übergewicht	25 – 29,9	gering erhöht
Adipositas Grad I	30 – 34,9	erhöht
Adipositas Grad II	35 – 39,9	hoch
Adipositas Grad III	≥ 40	sehr hoch

Aufgrund des mit der Fettleibigkeit einhergehenden Morbiditäts- und Mortalitätsrisikos gilt die Adipositas nach WHO seit 2002 als chronische Erkrankung.

1.2 Adipositas und assoziierte Begleiterkrankungen als gesundheitliches und ökonomisches Problem

Die Adipositas stellt weltweit ein immer größer werdendes Problem dar. In den letzten Jahren ist die Anzahl übergewichtiger Menschen dramatisch gestiegen. Dies belegte die Analyse von Mariel Finucane et al. [3], in der anhand von internationalen Daten von insgesamt 9,1 Millionen Personen im Alter von 20 Jahren und älter aus 199 verschiedenen Ländern zwischen den Jahren 1980 und 2008 der BMI Trend analysiert wurde. In diesem

Zeitraum erhöhte sich der mittlere BMI weltweit um 0,4 kg/m² pro Jahrzehnt bei Männern und um 0,5 kg/m² bei Frauen.

Darüber hinaus ist die morbid Adipositas mit einer Vielzahl von Begleiterkrankungen assoziiert, wie zum Beispiel kardiovaskuläre Erkrankungen [4], Diabetes mellitus Typ 2 [5] und Schlafapnoe [6]. Diese Erkrankungen nehmen folglich ebenfalls zu.

Schienkiewitz et al. wies für adipöse Studienteilnehmer im Vergleich zu Normalgewichtigen eine 3- bis 4-fach höhere Wahrscheinlichkeit für kardiometabolische Risikofaktoren nach. Kardiovaskuläre Erkrankungen traten ebenfalls bei adipösen Männern 1,8-fach und bei adipösen Frauen 1,5-fach häufiger auf [7]. Bei weiblichen Probanden korrelierten Übergewicht und Adipositas positiv mit dem Vorhandensein von Diabetes mellitus. Übergewichtige hatten im Gegensatz zu normalgewichtigen Studienteilnehmern eine höhere Wahrscheinlichkeit, an Osteoarthritis zu erkranken.

Mit dem BMI steigt durch die hohe Rate an Komorbiditäten somit auch die Gesamtmortalität [8-10]. Hier ergab sich in einer prospektiven Arbeit zur Mortalität ein um 12% bis 47% erhöhtes Mortalitätsrisiko bei Patienten mit einem BMI von 25 kg/m² bis 26,9 kg/m² und ein um 27% bis 68% erhöhtes Risiko bei Patienten mit einem BMI von ≥ 27 kg/m² im Vergleich zu Normalgewichtigen [9]. Diese Korrelation wurde vor allem bei Todesfällen durch Diabetes, kardiovaskuläre Erkrankungen oder Karzinome beobachtet.

Neben der immensen Bedeutung für den klinischen Gesundheitszustand des Patienten ist die Adipositas auch für einen erheblichen Anteil der weltweiten Gesundheitskosten verantwortlich. In den Jahren 2008 bis 2010 lagen zum Beispiel die jährlichen Kosten im brasilianischen Gesundheitssystem im Schnitt schätzungsweise bei etwa 2,1 Billionen US Dollar für alle Krankheiten, die mit Übergewicht und Adipositas zusammenhängen [11]. Auch die individuellen Mehrkosten pro Person lagen bei Adipositas \geq Grad II in einer US-amerikanischen Studie um rund 5467 bis 5530 US Dollar pro Person und Jahr höher als bei Normalgewichtigen [12], wobei Adipositas-assoziierte Folgeerkrankungen hierbei noch nicht berücksichtigt waren.

Betrachtet man die weltweite Entwicklung der Adipositas und die momentan bereits sehr hohe Mehrkosten-Belastung der Gesundheitssysteme durch diese chronische Erkrankung

sowie die Mehrkosten durch die Begleiterkrankungen, so liegt der enorme zukünftige Investitionsbedarf auf der Hand [13].

1.3 Konservative Therapie

Konservative Ansätze zur Gewichtsreduktion basieren auf diversen Diäten, Bewegungstherapien und Verhaltenstherapien. Allein durch die konsequente Einhaltung bestimmter Diätpläne lassen sich durchaus gute Ergebnisse im Sinne der Gewichtsreduktion erzielen. Nach erfolgreicher konservativer, zeitlich begrenzter Therapie kommt es allerdings meist zum Jojo-Effekt. Das durch die Diät abgenommene Gewicht wird kurze Zeit nach Therapieende wieder zugenommen. Diese Problematik wurde durch verschiedene Arbeiten zu konservativen Therapieansätzen belegt [14-19].

In einer großen deutschen Studie aus dem Jahr 2012 nahmen 8296 Patienten mit einem BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ über 52 Wochen an einem interdisziplinären, konservativen Therapieprogramm (OPTIFAST52 (OF52) Programm) teil [15]. Bei den Studienteilnehmern, welche die kompletten 52 Wochen absolvierten, kam es zu einem Gewichtsverlust von 19,6 kg bei den weiblichen und 26 kg bei den männlichen Probanden. Außerdem kam es zu einer Prävalenzminderung des metabolischen Syndroms um 50% und zu einer Reduktion der Hypertonierate von 47% auf 29%. Die Therapieadhärenz war jedoch eingeschränkt: 42% der Patienten beendeten die Studie vor Ablauf der 52 Wochen. Im Verlauf des zweiten und dritten Jahres nach Therapiebeginn kam es bei nahezu allen Studienteilnehmern wieder zu einer Gewichtszunahme, sodass nach drei Jahren nur noch ein Gesamtgewichtsverlust von 5,9 kg zu verzeichnen war (Abbildung 1.1).

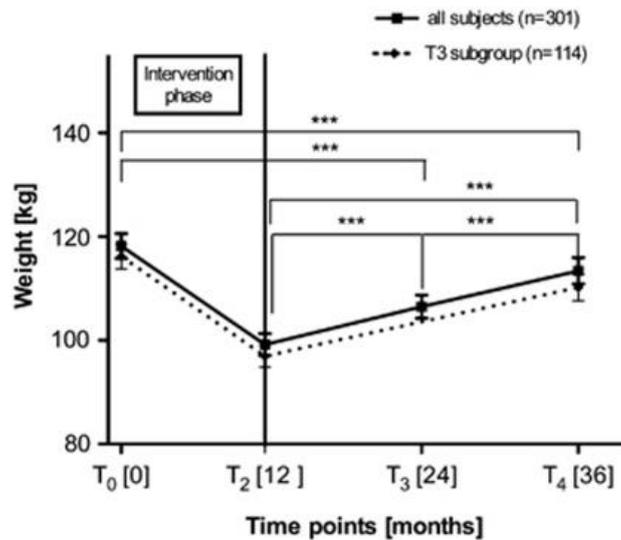


Abbildung 1.1 Langzeit-Gewichtskurven über drei Jahre [15]

T₀ = Programmstart, T₂ = Programmende bzw. 12 Monate nach Programmstart, T₃ = 24 Monate nach Programmstart, T₄ = 36 Monate nach Programmstart

Ähnliches ergab sich in einer Arbeit aus dem Jahr 2006 [16], in welcher sich 48835 postmenopausale Frauen aus Amerika mit unterschiedlicher ethnischer Herkunft einer Fett-reduzierten Diät für durchschnittlich 7,5 Jahre unterzogen. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigte sich bei der Diätgruppe nach 9 Jahren lediglich ein Gewichtsverlust von durchschnittlich 0,5 kg. Das Ausgangsgewicht wurde in fast allen ethnischen Untergruppen auch mit Diät wieder erreicht. Teilweise lag das durchschnittliche Gewicht nach 9 Jahren sogar über dem initialen Ausgangsgewicht (Abbildung 1.2).

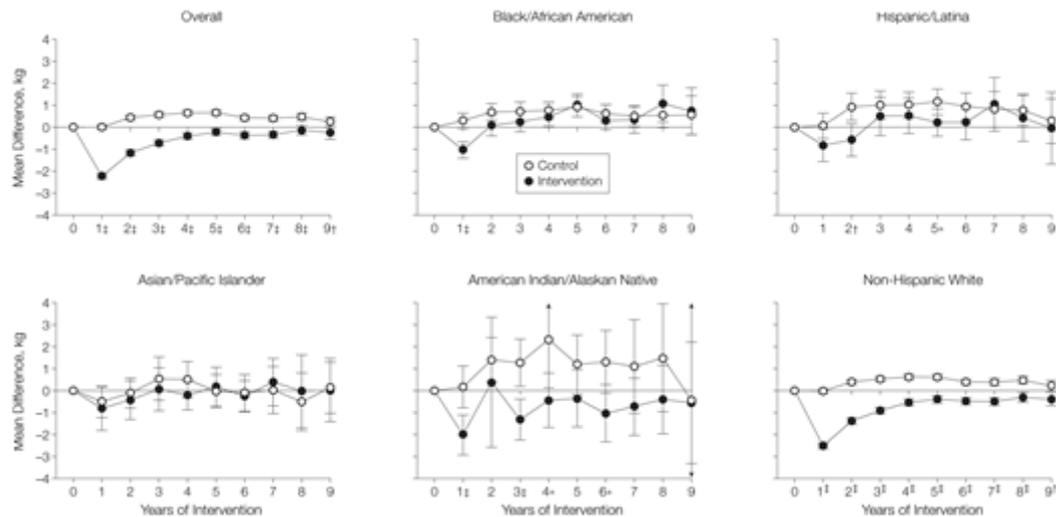


Abbildung 1.2 Gewichtskurven der ethnischen Untergruppen über 9 Jahre [16]
Gewichtsverlust bzw. -zunahme in kg nach 1 bis 9 Jahren

Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher allgemein gängiger Diäten (Atkins-Diät, Zone-Diät, Weight Watcher Diät, Ornish-Diät) ergab abhängig von der jeweiligen Diät lediglich einen Gewichtsverlust von 2,1 kg bis 3,3 kg nach einem Jahr [19] (Abbildung 1.3).

Auch weitere Studien zur konservativen Therapie der Adipositas zeigten 12-30 Monate nach Therapieabschluss vergleichbare Ergebnisse mit Gewichtsverlusten bis maximal 7,4 kg [17-19] (Abbildung 1.3).

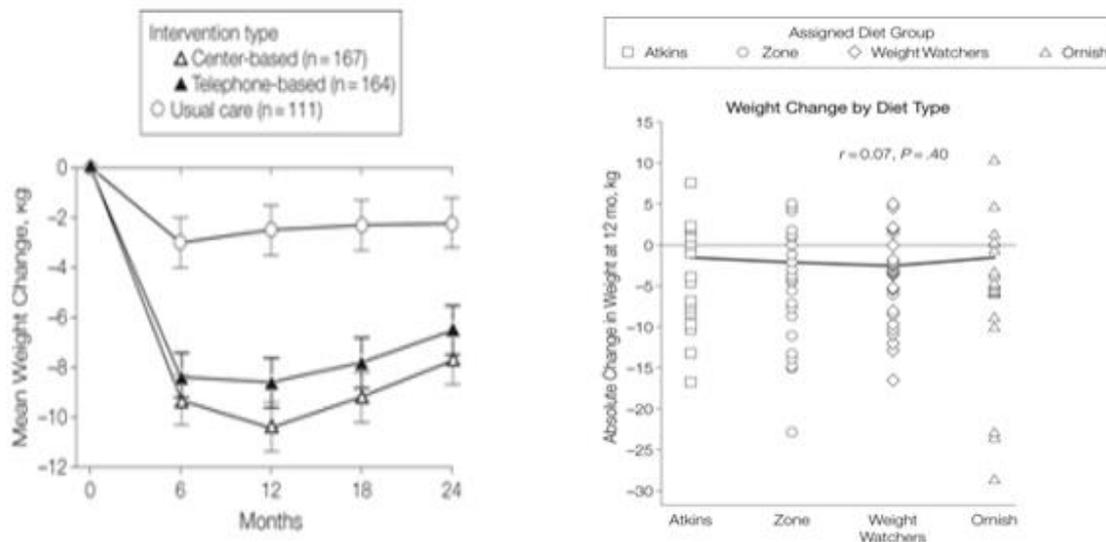


Abbildung 1.3 Gewichtskurven konservativer Therapien im Zeitverlauf

Links: Gewichtsverlust in kg 0, 6, 12, 18 und 24 Monate nach Versuchsbeginn [17]

Rechts: Gewichtsreduktion in kg nach 12 Monaten bei der Atkins-, Zone-, Weight Watchers- und Ornish-Diät. Die Kurve in der Abbildung gibt die Lowess Regressionsfunktion an [19].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bislang keine dauerhaft erfolgreiche, konservative Langzeittherapie der Adipositas etabliert werden konnte.

1.4 Chirurgische Therapie

Da keine ausreichenden konservativen Therapiemöglichkeiten der Adipositas existieren, scheint bislang die chirurgische Behandlung der Adipositas die einzig realistische Chance zu sein, suffizient und dauerhaft Gewicht abzunehmen und damit die Progression der Sekundärerkrankungen zu verhindern oder diese zu beseitigen [20].

1.4.1 Entwicklung der bariatrischen Chirurgie

Die chirurgische Behandlung adipöser Patienten nahm ihre Anfänge in den 1950er Jahren. Henriksson von Gothenborg führte im Jahr 1952 eine Darmteilresektion an einer übergewichtigen Frau durch, welche daraufhin erfolgreich ihr Gewicht reduzieren konnte. Basierend auf dieser Beobachtung entwickelten Buchwald und Varco im Jahr 1953 die erste intestinale Bypass-Operation in Form einer End-zu-End Anastomose

zwischen einem 50 cm langen Teil des Jejunums und dem Ileum ca. 25 cm vom Coecum entfernt. Der blind endende Loop wurde anschließend wieder mit dem Coecum verbunden. 1956 erprobten Payne et al. einen jejunokolischen Bypass, bei dem es allerdings zu massiven postoperativen Problemen im Sinne eines Kurzdarmsyndroms kam, woraufhin die Methode eingestellt wurde [21].

Während der darauf folgenden Jahre entwickelte sich die bariatrische Chirurgie ständig weiter, sodass heute diverse Verfahren zur Auswahl stehen. Derzeit gängige Verfahren sind beispielsweise der Magenballon, das Magenband, die Sleeve-Gastrektomie, der laparoskopische Roux-Y-Magenbypass, die biliopankreatische Diversion mit Duodenal Switch (BPD-DS) und der Minibypass (Abbildung 1.4).

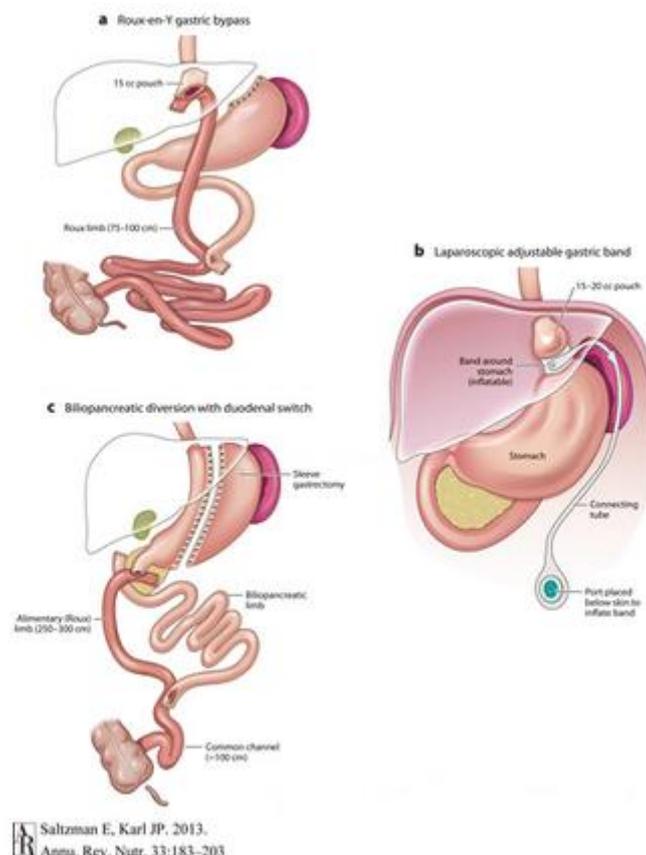


Abbildung 1.4 Häufige OP-Verfahren in der bariatrischen Chirurgie [22]

1.4.2 Voraussetzungen zur chirurgischen Therapie der Adipositas

Eine bariatrische Operation wird nach den S3-Leitlinien immer dann empfohlen, wenn „[...] durch eine 6monatige konservative Gewichtsreduktionsmaßnahme weniger als 10% Gewichtsreduktion erreicht [...]“ [1] wurden und folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- Adipositas Grad III ($\text{BMI} \geq 40 \text{ kg/m}^2$) oder
- Adipositas Grad II ($\text{BMI} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ und $< 40 \text{ kg/m}^2$) mit erheblichen Komorbiditäten (z.B. T2DM) oder
- Adipositas Grad I ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$ und $< 35 \text{ kg/m}^2$) bei Patienten mit T2DM (Sonderfälle) (cf.[1]).

In Ausnahmefällen wird eine Operation ebenfalls empfohlen, „[...] wenn die konservative Therapie ohne Aussicht auf Erfolg ist oder der Gesundheitszustand des Patienten keinen Aufschub eines operativen Eingriffs zur Besserung durch Gewichtsreduktion erlaubt.

Dies ist unter folgenden Umständen gegeben:

- Besondere Schwere von Begleit- und Folgekrankheiten der Adipositas
- $\text{BMI} > 50 \text{ kg/m}^2$
- Persönliche psychosoziale Umstände, die keinen Erfolg einer Lebensstiländerung in Aussicht stellen.“ [1]

1.4.3 Ergebnisse der bariatrischen Chirurgie

Im Vergleich zu konservativen Verfahren sind die Ergebnisse der bariatrischen Chirurgie bezüglich der Gewichtsreduktion und der Verbesserung von Komorbiditäten wesentlich effektiver und nachhaltiger.

Im Rahmen der Swedish Obese Subjects (SOS) Studie unterzogen sich 2010 Personen verschiedener bariatrischer Operationsverfahren (Magenband, vertikale Gastroplastik, Magenbypass), eine konservativ behandelte Kontrollgruppe umfasste 2037 Personen [23]. Nach einem Jahr zeigte sich in allen chirurgischen Gruppen ein Gewichtsverlust: 38% beim Magenbypass, 26% bei der vertikalen Gastroplastik und 21% beim Magenband. In der Kontrollgruppe kam es zu einem Gewichtsanstieg von 0,1%. Auch

nach zehn Jahren war noch ein Gewichtsverlust von 25% beim Magenbypass, 16,5% bei der vertikalen Gastroplastik und 13,2% beim Magenband im Vergleich zum Ausgangswert zu verzeichnen, in der Kontrollgruppe ein Anstieg um 1,6% (Abbildung 1.5). Ein weiteres Follow up nach fünfzehn Jahren ergab einen Gewichtsverlust von 27%, 18% und 13%, während es in der Kontrollgruppe weiterhin bei $\pm 2\%$ blieb [24].

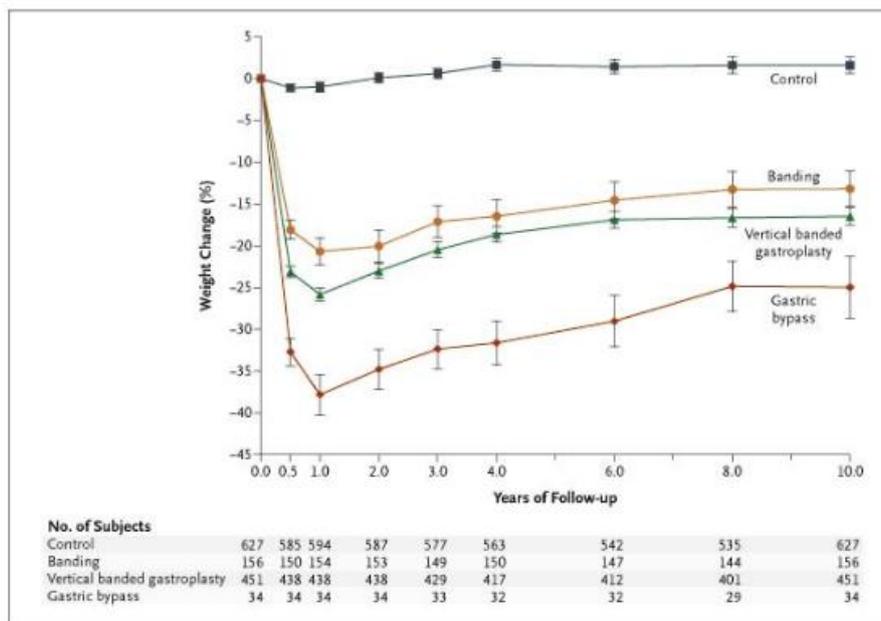


Abbildung 1.5 Gewichtsentwicklung während der SOS Studie über 10 Jahre [23]
Gewichtsentwicklung in % vom Ausgangswert nach 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 und 10 Jahren in den jeweiligen bariatrisch chirurgischen Gruppen sowie der Kontrollgruppe

Ein Review mit 136 einbezogenen Studien und insgesamt 22094 Patienten erbrachte ähnlich gute Ergebnisse [25]. Umgerechnet auf den entsprechenden mittleren EWL (Excess Body Weight Loss = Abnahme des Übergewichts vom Ausgangswert in Prozent) ergab das Magenband einen EWL von 47,5%, der Magenbypass einen EWL von 61,6%, die Gastroplastik einen EWL von 68,2% und die biliopankreatische Diversion mit Duodenal Switch einen EWL von 70,1%. Auch die Komorbiditäten verbesserten sich postoperativ eindrücklich. Bei 76,8% der Patienten ließ sich nach der Operation kein Diabetes mehr nachweisen, bei 61,7% der Operierten war die präoperative Hypertonie postoperativ nicht mehr nachzuweisen, bei 85,7% zeigte sich die Schlafapnoe vollständig regredient.

Somit konnte durch die chirurgische Therapie neben der Gewichtsreduktion auch eine eindruckliche Verbesserung der Komorbiditäten erreicht werden, welche zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Bei einem direkten Vergleich von medikamentöser und chirurgischer Therapie bei adipösen Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 erbrachten zwei wichtige Arbeiten der letzten Jahre von Mingrone et al. und Schauer et al. signifikant bessere Ergebnisse zugunsten der chirurgischen Therapie [26, 27]. Probanden in der Medikamentengruppe verloren nach zwei bis drei Jahren lediglich 4,2% bis 4,7% vom Ausgangsgewicht, während in der chirurgischen Gruppe 21,1% bis 33,8% Gewicht verloren wurde (Abbildung 1.6).

In dieser Zeit kam es auch zu einer Remission des Diabetes bei 43% bis 95% der chirurgischen Patienten und bei nur 0-2% der nicht chirurgischen Patienten.

Die antihypertensive Therapie konnte bei 39% bis 85% der chirurgischen Gruppe und bei 2% bis 70% der Medikamentengruppe reduziert oder sogar beendet werden.

Auch der Gesamtcholesterinspiegel normalisierte sich am Ende der Studie in der Medikamentengruppe bei 27,3% und bei 100% in den chirurgischen Gruppen.

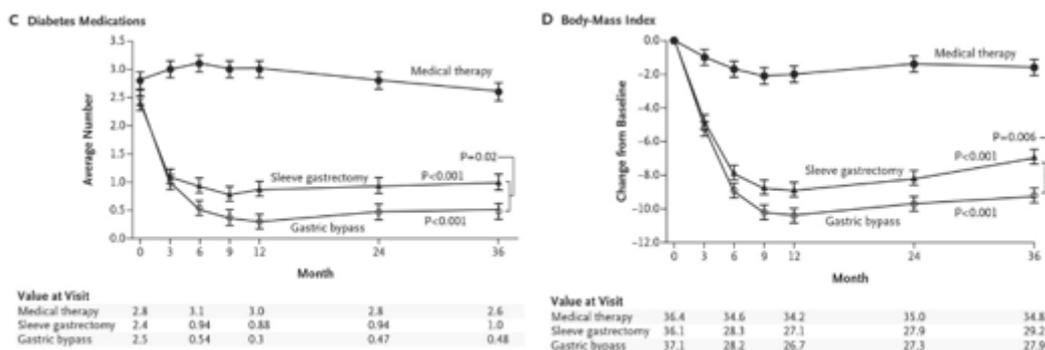


Abbildung 1.6 BMI-Verlauf und Reduktion der Diabetesmedikation [27]

BMI-Verlauf und Reduktion der Diabetesmedikation nach 3, 6, 9, 12, 24 und 36 Monaten in der Medikamentengruppe sowie in den beiden chirurgischen Gruppen

1.4.4 Der Roux-Y-Magenbypass (RYGB)

1.4.4.1 Entwicklung und Operationstechnik

Die ersten Beschreibungen eines RYGB von Mason und Ito stammen aus dem Jahr 1967. Wittgrove entwickelte das Verfahren um 1990 weiter und führte die laparoskopische Methode ein. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Varianten des RYGB. Vor allem unterscheiden sich diese bezüglich des Pouch-Volumens, der gastrojejunalen Anastomose bzw. deren Technik und der Länge von alimentärer und biliodigestiver Schlinge (cf.[28]).

Beim RYGB wird der Magen heutzutage üblicherweise „[...] mittels Klammernahtgerät dergestalt durchtrennt, dass ein am Ösophagus verbleibender kleinkurvaturseitiger Magenanteil, der sog. Magen-Pouch resultiert. Der größere, von der Nahrungspassage ausgeschlossene Magenrest verbleibt in situ. [...] Ein Volumen von ca. 30 ml wird empfohlen. Die Rekonstruktion der Nahrungspassage erfolgt nach Y-Roux. Hierbei wird der Dünndarm [ca. 50 cm, N. S.] aboral des Treitz-Bandes durchtrennt und der aborale Schenkel [in verschiedenen Techniken, N. S.] an den Magen mittels Klammernahtapparat anastomosiert. Anschließend wird eine Fußpunktanastomose zwischen dem biliopankreatischen Schenkel und dem alimentären Schenkel geschaffen. [...]“ [28]

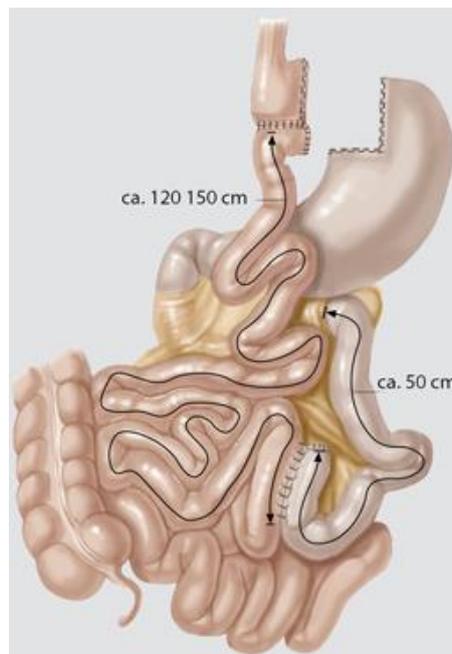


Abbildung 1.7 Schematische Darstellung des RYGB [29]

1.4.4.2 Erfolge

Der RYGB ist derzeit eine der am weitesten verbreiteten und am meisten angewandten Möglichkeiten für Menschen mit Adipositas, um effektiv Gewicht zu verlieren [28, 30]. Positiv beeinflusst wird hier, wie auch bei anderen chirurgischen Verfahren, vor allem der Diabetes mellitus Typ 2 [31]. Bereits ab dem dritten postoperativen Tag kommt es häufig zu einer Verbesserung der Insulinresistenz und einer signifikanten Abnahme des Nüchternblutzuckers und des Insulinspiegels [32]. Auch das kardiovaskuläre Risiko [33] und die Hypercholesterinämie [23] sind im Verlauf rückläufig. Sogar die renale Funktion, gemessen an der glomerulären Filtrationsrate, verbessert sich mit der Gewichtsreduktion nach der Operation [34]. Außerdem kommt es zu einer Reduktion der langfristigen Gesamtmortalität, vor allem bezüglich der Sterblichkeit von adipösen Patienten mit Diabetes, kardialen Erkrankungen und bösartigen Tumoren [35].

1.4.4.3 Postoperative Komplikationen und Non Responding

Wie bei jeder chirurgischen Intervention kann es auch beim Roux-Y-Magenbypass zu postoperativen Komplikationen kommen. Hierbei wird häufig in Minor- und Major-Komplikationen unterteilt. Zu den Minor-Komplikationen zählen beispielsweise Hernien, Stenosen, Ulcera, Dilatationen, Abszesse, Wundinfektionen, aber auch ein akutes Nierenversagen. Als Majorkomplikationen werden vor allem Pouchnekrosen, Anastomoseninsuffizienzen, Anastomosenblutungen, Dünndarmperforationen und Thrombosen bzw. Lungenembolien gewertet [36]. Auch kann zwischen Frühkomplikationen (≤ 30 Tage postoperativ) und Spätkomplikationen unterschieden werden [37]. Die Komplikationsrate im Allgemeinen variierte beim RYGB in diversen Studien zwischen 4% und 15% [37-41].

Abgesehen von den Komplikationen kann es zu einem fehlenden Ansprechen auf die Therapie kommen. Dieses Phänomen wird als Non Responding bezeichnet und bezieht sich vor allem auf eine fehlende oder unzureichende Diabetesremission, Hypertonieremission oder einen zu geringen Gewichtsverlust nach der Operation. Hierbei wurde die Remission bzw. ein erfolgreicher Gewichtsverlust und somit auch das jeweilige Non Responding je nach Studie unterschiedlich definiert [37-40, 42-45]. Diabetesremissionsraten nach RYGB schwankten in den erwähnten Studien von 49% bis 91% und Hypertonieremissionen von 38% bis 86%, je nach Definition der Remission.

1.4.4.4 Postoperative Mangelzustände

Ein häufiges postoperatives Problem nach bariatrischen Interventionen ist die Entwicklung eines Vitamin- und Spurenelementmangels. Hierbei spielen präoperative Faktoren wie die Adipositas an sich und auch der präoperative Gewichtsverlust eine Rolle [22]. Postoperative Risikofaktoren für einen Nährstoffmangel sind die reduzierte Nahrungszufuhr, suboptimale Ernährungsqualität, veränderte Verdauung und Resorption sowie Non-Compliance bei der postoperativen Supplementierung. Die häufigsten klinisch relevanten Mängel beziehen sich auf Thiamine, Vitamin B12, Vitamin D, Eisen und Kupfer [22]. Sogar unter allgemein üblicher Nahrungsergänzung können diese Mangelzustände auftreten. Moizé et al. wies 2013 bei 90,9% von 294 RYGB-Patienten ein Nährstoffdefizit trotz Substitution nach, bei 85,7% handelte es sich hierbei um einen Vitamin D25-OH Mangel [46].

Unabhängig vom Vitamin D Spiegel können die bariatrisch operierten Patienten einen sekundären Hyperparathyreoidismus nach 12 Monaten entwickeln. Dieser tritt in bis zu 33% der Fälle auf [47].

Tabelle 1.2 zeigt diverse postoperative Mangelzustände bezüglich Vitaminen und Spurenelementen im Rahmen einer Studie von Dalcanale et al. mit 75 Patienten nach RYGB [48] (Tabelle 1.2).

Ein ebenfalls sehr häufiges postoperatives Defizit ist der Proteinmangel [49].

Tabelle 1.2 Vitamin- und Spurenelementmangel postoperativ [48]

Vitamine und Spurenelemente 2 und 5 Jahre nach RYGB

Table 2 Nutritional laboratory profile—all patients

Variable	Preop (a)	2years (b)	Current (c)	Deficiency (%)	Significance	
Albumin	4.4±0.5	4.0±0.4	4.1±0.4	5.3	a>b P=0.002	a>c P=0.001
Total calcium	8.0±2.0	9.2±0.5	9.3±0.5	1.9	a<b P=0.010	a<c P=0.005
Ionic calcium	4.5±0.1	4.5±0.4	5.0±0.3	2.2	a<c P=0.005	
Magnesium	1.5±0.2	1.7±0.1	1.7±0.5	32.1	a<b P=0.007	
Phosphate	3.7±0.5	3.9±0.7	3.8±0.6	2.8	NS	
Hemoglobin	13.6±1.5	11.9±2.1	12.0±1.8	50.8	a>b P=0.018	a>c P=0.013
Iron	74.1±62.5	72.0±79.0	88.2±71.0	29.8	NS	
Transferrin	301.0±47.7	307.4±55.0	329.7±63.8	13.3	NS	
Ferritin	36.9±19.1	24.6±27.3	26.5±28.9	36.0	NS	
TIBC	327.9±48.2	376.4±65.2	371.6±108.1	10.3	NS	
Vitamin B ₁₂	79.0±69.1	133.2±76.0	191.9±141.5	61.8	a<c P=0.047	
Folic acid	1.1±0.8	3.6±1.6	8.2±3.7	5.5	a<b P=0.000	a<c P=0.000
Zinc	82.0±14.1	47.0±25.5	72.5±12.8	40.5	a>b P=0.008	
Vitamin D ₃			20.5±15.0	60.5		
Vitamin A			1.7±0.5	0		
α-Tocopherol			20.1±6.3	11.5		
β-Carotene			0.24±0.24	56.8		

Obs: (1) Deficiency percentage refers to current findings; (2) only current results for vitamin A, vitamin D₃, α-tocopherol, and β-carotene were available; (3) reference level or adopted cut-off point for all variables is given below, according to ASMBS [8] (*) or to the Institutional reference (**): albumin >3.0 g/dl*, total calcium >8.6 mg/dl**, ionic calcium >4.6 mg/dl**, magnesium >1.6 mg/dl**, phosphate 2.3–4.6 mg/dl**, hemoglobin males >13.5, females >12.0 g/dl**, iron >50 µg/ml*, transferrin 250–380 mg/dl**, ferritin males 15–200, females 12–150 ng/ml*, TIBC (total iron binding capacity) 250–380 µg/dl**, vitamin B₁₂ 200–1,000 pg/ml*, folic acid 2.5–3.0 ng/ml*, zinc 60–130 µg/dl*, vitamin D₃ >25 ng/ml**, vitamin A >0.4 µmol/l**, alpha-tocopherol >11.6 µmol/l**, β-carotene >0.25 µmol/l**

1.4.4.5 Dumping-Syndrom

Neben Nährstoffdefiziten ist das Dumping-Syndrom ein weit verbreitetes Problem bei RYGB-Patienten. Das Auftreten eines Dumping-Syndroms nach Magenoperationen ist multifaktoriell bedingt, hauptsächlich durch die postoperative Veränderung der Anatomie und der gestörten Innervation des Magens und der damit einhergehenden Änderung der Magenentleerung [50]. Es werden Früh- und Spätdumping unterschieden.

Beim Frühdumping kommt es kurz nach der Nahrungsaufnahme zur raschen Entleerung des Magens. Der hyperosmolare Nahrungsbrei erreicht den Darm, wodurch der Flüssigkeitseinstrom in den Darm erhöht ist. Die Folge sind gastrointestinale Symptome wie abdominelle Schmerzen, Diarrhoe, Magenknurren, Blähungen und Übelkeit sowie vasomotorische Störungen mit Flush-Symptomatik, Palpitationen, Schwitzen, Tachykardie und Hypotension bis hin zum Kreislaufkollaps [50, 51].

Das Spätdumping zeichnet sich durch eine Hypoglykämie mit entsprechender Symptomatik (Schwitzen, Hunger, Verwirrtheit, Palpitationen, Schwäche, Tremor, Synkope) nach einer halben Stunde bis drei Stunden nach der Nahrungsaufnahme aus.

Diese kommt durch eine Sturzentleerung des Magens mit Hyperglykämie und nachfolgender Insulinausschüttung zustande [50, 51].

Je nach Studie zeigte sich eine Prävalenz des Dumping-Syndroms von 24% bis 44% [52, 53] bis hin zu 42% bis 76% unter Zuhilfenahme des Sigstad-Scores als Definitionskriterium [53-55], wobei in den Sigstad-Score auch unspezifische Symptome einfließen, wie zum Beispiel Müdigkeit, Kopfschmerzen und Schläfrigkeit.

1.4.4.6 Ergebnisvergleich mit anderen bariatrisch chirurgischen Verfahren

Im Folgenden werden die prozentualen Ergebnisse verschiedener bariatrischer Techniken aus diversen Studien 0,5 bis 2 Jahre postoperativ zum übersichtlichen Vergleich tabellarisch aufgeführt.

Tabelle 1.3 Ergebnisse bariatrischer Operationsverfahren in Prozent

OP-Methode	EWL [%]	Diabetes-Remission [%]	Hypertonie-Remission [%]	Komplikationsrate [%]	Re-Operationen [%]
RYGB [37-45]	61-89	49-91	38-86	4-15	2
LGB [37-39, 41, 56]	36-64	28-50	17-19	12-14	2-13
Magenballon [57, 58]	29-59	5-88	13-82	4-18	-
Sleeve Gastrektomie [38, 40, 59]	72	52-81	34-64	9-12	2
BPD/DS [38, 42, 43, 60]	70-82	74-100	53-100	-	-

1.4.5 Nachsorge

Wie in der S3-Leitlinie der Adipositaschirurgie beschrieben, bedürfen „[...] Patienten nach Adipositas-chirurgischen Eingriffen [...] einer regelmäßigen Nachsorge durch einen in der Adipositas-Therapie erfahrenen Arzt und eine Ernährungsfachkraft [...]“, insbesondere „[...] im ersten postoperativen Jahr [...]“, da vor allem in diesem Zeitraum Komplikationen am häufigsten auftreten [28]. Die engmaschige Nachsorge in

Verbindung mit einer guten Compliance des Patienten ist außerdem Voraussetzung für einen langfristigen Therapieerfolg [61-63].

Auch für die frühzeitige Behandlung einer Mangelernährung ist eine engmaschige Nachsorge von großer Wichtigkeit [64]. Weiter heißt es in der S3-Leitlinie „[...] Die Supplementierung von Vitaminen und Mineralien soll nach malabsorptiven und Kombinationseingriffen routinemäßig erfolgen, bei rein restriktiven Verfahren nur bei sehr starkem Gewichtsverlust und bei wiederholtem Erbrechen. [...] Mittels Laborkontrollen sollen Mangelzustände rechtzeitig erkannt werden. [...]“.

Da es „[...] kaum vergleichende Studien zur Intensität, Frequenz oder Art der Nachsorge gibt [...]“, richtet sich die „[...] Häufigkeit der Nachsorgetermine [...] nach der durchgeführten Operation, der Dynamik des Gewichtsverlusts und nach auftretenden Problemen sowie Komplikationen. [...]“ [28]. Jede Klinik, in welcher die Adipositaschirurgie angeboten wird, gibt jedoch ein eigenes Konzept vor, nach welchem die Patienten postoperativ in bestimmten Abständen einbestellt werden und welche Untersuchungen diese Termine beinhalten.

In Würzburg ist es postoperativ vorgesehen, die Patienten nach sechs und zwölf Wochen, sechs und zwölf Monaten und anschließend jährlich zur Nachsorge einzubestellen, wobei Patienten mit Komplikationen oder Problemen dementsprechend häufiger gesehen werden müssen. Auch in anderen Zentren sind ähnliche Nachsorgeschemata festgelegt [65-67].

1.5 Fragestellung der Arbeit

Der Roux-Y-Magenbypass ist eine der momentan am häufigsten angewendeten bariatrischen Operationen. Trotz insgesamt überzeugender Ergebnisse der chirurgischen Therapie der morbid Adipositas kommt es auch unter engmaschiger Nachsorge allerdings immer wieder zu Mangelzuständen (Kapitel 1.4.4.4) und einem Non Responding (Kapitel 1.4.4.3). Nach einer RYGB-Operation erzielen manche Patienten beispielsweise nicht den erwünschten Gewichtsverlust oder der Typ 2 Diabetes mellitus bzw. die arterielle Hypertonie verbessern sich nur unzureichend. Es besteht bisher keine etablierte Möglichkeit, schon präoperativ zu erkennen, bei welchen Patienten postoperativ nicht das gewünschte Ergebnis erzielt werden kann.

Ziel der folgenden Untersuchung ist es, bereits vor der Operation anhand von präoperativ gewonnenen Patientendaten Faktoren zu evaluieren, welche eine hohe Wahrscheinlichkeit für ein schlechtes Outcome nach Roux-Y-Magenbypass nahelegen. Hiermit wäre es möglich, die Nachsorge zur Vermeidung von Komplikationen oder eines Non Responding anzupassen und zu individualisieren, was letztendlich zu einer Verbesserung der Ergebnisqualität führen würde.

Mit Hilfe statistischer Verfahren wurden präoperative Variablen erfasst und mögliche Risikofaktoren für ein schlechtes Outcome ermittelt. Anhand einer Gewichtung der erhobenen Prediktoren wurde im Anschluss ein Score für die jeweiligen postoperativen Ergebnisparameter erstellt, anhand dessen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens schon präoperativ berechnet werden kann.

Langfristig wäre es denkbar, aus den einzelnen Scores ein praktikables Score-System zu entwickeln, welches das allgemeine Risiko für ein postoperativ schlechtes Outcome präoperativ individuell abschätzen kann und somit die Ergebnisqualität weiter verbessert.

2 Patienten und Methoden

2.1 Patientenselektion und Einschlusskriterien

Zwischen Juni 2006 und Juli 2011 wurden sämtliche Patienten (n = 147), bei denen aufgrund einer morbidem Adipositas eine laparoskopische Roux-Y-Magenbypass Operation (RYGB) an der Universitätsklinik Würzburg durchgeführt wurde, in einer prospektiv dokumentierten Datenbank erfasst und nach einem Follow up von zwölf Monaten retrospektiv ausgewertet. Vier Patienten wurden aus der Studie herausgenommen. Hiervon sind zwei an postoperativen Komplikationen verstorben und zwei weitere nahmen nicht an der Nachsorge teil. Patienten mit fehlenden Angaben zu bestimmten Variablen oder Zielgrößen wurden aus der jeweiligen statistischen Berechnung ausgeschlossen.

2.2 Variablen und Zielgrößen

In die statistische Auswertung gingen folgende präoperative Variablen ein:

- Geschlecht
- Alter bei OP
- Vorbehandlung
- BMI
- Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen
- Anzahl der Antidepressiva
- Depressionen
- Weitere psychiatrische Erkrankungen
- Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP)
- Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline
- Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin)
- Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen)
- Beruf (ISEI)
- Familienstand
- Compliance

Für die Studie wurden Zielgrößen ein Jahr postoperativ bzw. innerhalb des ersten postoperativen Jahres festgelegt, die das nicht adäquate Ansprechen der Therapie (Non Responding) bezüglich Gewichtsreduktion, Diabetes und Hypertonie beschreiben:

- Non Responder Gewichtsreduktion
- Non Responder Diabetes
- Non Responder Hypertonie

Weitere Zielgrößen innerhalb des ersten postoperativen Jahres waren:

- Komplikationen (minor/major)
- Dumping-Syndrom
- metabolische Mangelzustände anhand der Laborwerte (Parathormon = PTH, Hb, Eisen, Gesamteiweiß, Albumin, Vit. B12, Vit. D25-OH)

2.3 Definitionen

2.3.1 Präoperative Variablen

Kategorisierung Alter/BMI

Um eine bessere Übersichtlichkeit der stetigen Variablen Alter und BMI zu gewinnen, wurden diese Variablen in Kategorien eingeteilt.

- Alter: 16-40 Jahre, 41-50 Jahre, 51-67 Jahre,
- BMI: 35-48 kg/m², 49-53 kg/m², 54-81 kg/m²

Vorbehandlung

Eine bariatrische Vorbehandlung wurde festgestellt, wenn Patienten vor dem RYGB bereits eine oder mehrere der folgenden bariatrischen Eingriffe erhalten hatten:

- Magenballon
- Magenband
- Magenschnittmacher
- Sleeve-Gastrektomie

Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Folgende präoperative Begleiterkrankungen wurden in die Studie einbezogen:

- Hypertonie
- Diabetes mellitus Typ 2
- Gelenkbeschwerden
- Schlafapnoe
- LWS-Beschwerden
- PCO-Syndrom
- Belastungsdyspnoe

Eine Belastungsdyspnoe wurde als solche bezeichnet, wenn bereits beim Überwinden eines Stockwerks zu Fuß eine Dyspnoe auftrat.

Psychiatrische Erkrankungen

Aufgrund der Häufigkeit des präoperativen Auftretens von Depressionen (n = 23) wurden Depressionen separat aufgeführt.

Außer an Depressionen litten einige der Patienten präoperativ an weiteren psychiatrischen Erkrankungen, welche als Variable in die Arbeit eingingen:

- Schizophrene Psychose
- Persönlichkeitsstörung
- Angststörung
- Adultes ADHS
- Alkoholabhängigkeit

Substanzklassen Antihypertonika

Die verschiedenen Antihypertonika -Substanzklassen, welche die Patienten einnahmen, waren:

- β -Blocker
- ACE-Hemmer

- AT1-Antagonisten
- Ca-Kanalblocker
- Diuretika
- α -Rezeptor-Antagonisten
- Reninhemmer
- Vasodilatoren

Beruf/ISEI

Die Zuteilung der Patienten zu einem bestimmten sozio-ökonomischen Status erfolgte anhand des ISEI (International Socio-Economic Index of Occupational Status), eines standardisierten internationalen sozio-ökonomischen Index des beruflichen Status. Grundlage hierfür ist die Annahme, dass jeder Beruf einen entsprechenden Bildungsstand voraussetzt, sowie je nach Beruf ein entsprechendes Einkommen zu erwarten ist. Der ISEI basiert auf der ISCO-Klassifikation (International Standard Classification of Occupations). Beispielsweise erhält ein Mediziner einen ISEI-Wert von 85, eine Pflegekraft einen Wert von 25, eine Reinigungskraft einen Wert von 16 und eine Person ohne Beruf einen Wert von 0 [68].

Bei statistischen Berechnungen wurden die Patienten in die vier ISEI-Gruppen 0, 16-25, 27-50, 51-74 unterteilt.

Familienstand

Folgende Angaben zum Familienstand gingen in die Statistik ein:

- ledig
- verheiratet
- geschieden
- getrennt lebend
- verwitwet
- Partnerschaft

Zu den statistischen Berechnungen wurde eine vereinfachte Einteilung in

- alleine lebend
- mit Partner lebend

herangezogen.

Compliance

Die präoperative Compliance der Patienten im Rahmen der vorausgegangenen konservativen Gewichtsreduktionsmaßnahmen wurde durch das Behandlungsteam subjektiv nach folgenden Kriterien definiert:

- gut: regelmäßiges Wahrnehmen der Untersuchungstermine, konsequente Einhaltung der Empfehlungen zu Ernährung, Bewegung und Medikamenteneinnahme
- mittel: größtenteils regelmäßiges Wahrnehmen der Untersuchungstermine, mittelmäßige Einhaltung der Empfehlungen zu Ernährung, Bewegung und Medikamenteneinnahme
- schlecht: sporadisches Erscheinen zu Untersuchungsterminen, unzureichende Einhaltung der Empfehlungen zu Ernährung, Bewegung und Medikamenteneinnahme

Laborwerte

Im Zentrallabor der Uniklinik verwendete Normbereiche der Laborwerte:

- HbA1c: 4,3-6,1%
- PTH intakt: 12-65 ng/l
- Hb: männlich = 14-18 g/dl, weiblich = 12-16 g/dl
- Eisen: männlich = 59-158 µg/d, weiblich = 37-145 µg/dl
- Gesamt-Eiweiß: 6,6-8,7 g/dl
- Albumin: 3,5-5,5 g/dl
- Vit. B12: 197-866 pg/ml
- Vit. D-25-OH: 30-70 µg/l

2.3.2 Zielgrößen

Non Responder Gewichtsreduktion

Als Non Responder Gewichtsreduktion (NRG) wurden analog zu der Arbeit von Jurowich et al. [29] Patienten bezeichnet, die ein Jahr postoperativ weniger Gewicht verloren hatten, als der Excess body weight loss (EWL) minus eine Standardabweichung (ST):

$$NRG = EWL_{1 \text{ Jahr postop}} < \frac{BMI_{präop} - BMI_{1 \text{ Jahr postop}}}{BMI_{präop} - BMI_{normal 25}} * 100 - ST_{EWL 1 \text{ Jahr postop}}$$

Non Responder Diabetes

Bezugnehmend auf die Arbeit von H. Buchwald et al. [30] wurde die Entwicklung des Diabetes ein Jahr postoperativ folgendermaßen unterteilt:

- Resolved: keine antidiabetische Medikation und normaler HbA1c (< 6%)
- Improved: Reduktion der antidiabetischen Medikation

Da der Nüchtern-Blutzucker der Patienten im Vorfeld nicht erfasst wurde, konnte er nicht in die Definition mit einfließen. Wenn der HbA1c eines Patienten ein Jahr postoperativ nicht ermittelt werden konnte, und der Patient keine antidiabetische Medikation mehr einnehmen musste, wurde er in die Kategorie „improved“ eingeteilt.

Alle übrigen Diabetiker wurden als Non Responder Diabetes bezeichnet.

Non Responder Hypertonie

Die Entwicklung der Hypertonie ein Jahr postoperativ wurde anhand der Reduktion der Antihypertonika definiert:

- Resolved: keine antihypertensive Medikation
- Improved: Reduktion der antihypertensiven Medikation

Alle Hypertoniker mit unveränderter Medikation ein Jahr postoperativ wurden als Non Responder Hypertonie bezeichnet. Hypertoniker ohne präoperative Medikation gingen

demnach nicht in die Berechnung ein, da hier eine Verbesserung der Hypertonie anhand der vorliegenden Daten nicht festzustellen war.

Postoperative Komplikationen

Die nach dem operativen Eingriff aufgetretenen postoperativen Komplikationen wurden anhand ihrer Schwere ähnlich wie in einer Arbeit von Oria und Moorehead aus dem Jahr 1998 [36] in Minor- oder Major-Komplikationen eingeteilt.

Minor-Komplikationen waren:

- Hernien
- Stenosen
- Ulcera
- Dilatationen
- akutes Nierenversagen
- Abszesse

Major-Komplikationen waren:

- Pouchnekrosen
- Anastomoseninsuffizienzen
- Anastomosenblutungen
- Dünndarmperforationen
- Lungenembolien/Thrombosen

Zwei Patienten sind aufgrund von postoperativen Komplikationen verstorben. Da diese deshalb nicht an der Nachsorge teilnehmen konnten, wurden sie aus der Studie ausgeschlossen.

Dumping-Syndrom

Das Auftreten eines Dumping-Syndroms (Früh- oder Spätdumping) innerhalb des ersten postoperativen Jahres wurde nur als solches bezeichnet, wenn es hierzu eine sichere Diagnose gab, d.h. wenn das Syndrom durch entsprechende Tests (oraler Glucosetoleranztest = oGTT) bestätigt wurde [69]. Das seltene Auftreten einer Dumping-

Symptomatik sowie der alleinige Verdacht auf ein Dumping-Syndrom wurden hier nicht mit aufgenommen.

Abweichungen des Normbereichs der Laborwerte

Bei Unterschreitung des Normbereichs (Kapitel 2.3.1) wurde ein Wert als Mangel bezeichnet, bei Überschreitung des Normbereichs als Überschuss.

Bei Vorliegen eines Vit. D-25-OH-Mangels ergaben sich folgende zusätzliche Unterscheidungen:

- bis 9,9 µg/l schwerer Mangel
- 10-19,9 µg/l mäßiger Mangel
- 20-29,9 µg/l leichter Mangel

2.4 Statistik

2.4.1 Software

Die statistische bivariate und multivariate Auswertung wurde mit dem US-amerikanischen Statistik-Programm IBM SPSS Statistics 20 sowie Microsoft Excel 2010 vorgenommen. Zur Überprüfung von Korrelationen verschiedener Variablen wurden statistische Testverfahren verwendet.

2.4.2 Methoden der bivariaten Analyse

Zur Auswertung der prospektiv dokumentierten Daten wurden die im Folgenden genannten Tests verwendet:

2.4.2.1 Chi-Quadrat-Test, Exakter Test nach Fisher und Yates, Exakter Test nach Mehta und Patel

Der Chi-Quadrat-Test nach der Maximum-Likelihood-Methode ist ein Signifikanztest und wird zur Beschreibung von Abhängigkeiten zwischen bestimmten Variablen herangezogen (cf.[70]). Hiermit wird getestet, ob die beobachtete Verteilung der statistisch vorgegebenen Verteilung entspricht (cf.[71]). Sind die Erwartungswerte zu gering ($n < 20$), wird bei einer 4-Felder-Tafel zur Prüfung der Verteilung der exakte Test

nach Fisher und Yates verwendet. Bei größeren Tafeln berechnet man den exakten Test nach Mehta und Patel (cf.[70]).

2.4.2.2 U-Test nach Mann und Whitney

Dieser Test wird zum Vergleich eines Messwertes zwischen zwei Gruppen verwendet, wenn keine Gaußsche Normalverteilung der Messwerte angenommen werden kann (cf.[70]).

2.4.2.3 Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis

Sind drei oder mehr Gruppen zu vergleichen, wird anstelle des U-Tests die einfaktorielle Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis hinzugezogen (cf.[70]). Hiermit wird geprüft, ob sich zwei oder mehr Stichproben in der Größe ihrer Messwerte signifikant unterscheiden. Vorausgesetzt werden die Stetigkeit der Merkmale sowie unabhängige und mindestens rangskalierte Daten (cf.[72]).

2.4.2.4 Korrelationstests (Spearmanische Rangkorrelation, Kendallsche Rangkorrelation)

„Eine Korrelation beschreibt die Abhängigkeit zweier Messungen. Die Werte müssen mindestens eine Rangreihenfolge haben [...]“ [70], d.h. zumindest ordinalskaliert sein, wie z.B. die Schweregrade des Vit. D-25-OH-Mangels. Den Familienstand kann man beispielsweise nicht korrelieren.

Ein Ergebnis der Korrelation ist der Korrelationskoeffizient. Der Wert dieser Zahl liegt zwischen -1 und $+1$. Eine ideale Korrelation liegt bei einem Wert von $+1$ vor. Ein negativer Korrelationskoeffizient hingegen zeigt eine gegensinnige Abhängigkeit an, idealerweise -1 . Je näher der Korrelationskoeffizient an $+1$ oder -1 ist, desto enger ist die Abhängigkeit der beiden Messungen. Keinerlei Abhängigkeit besteht bei einem Korrelationskoeffizient von 0 (cf.[70]).

Der p-Wert besagt, „[...] ob überhaupt eine Beziehung vorhanden ist, ob sich der Koeffizient also signifikant von Null unterscheidet. Je mehr Patienten im Test sind, desto kleiner darf der Koeffizient sein, um noch signifikant zu sein.“ [70]

Die *Spearmanische Rangkorrelation* mit dem Koeffizienten ρ („[...] ist ein Maß für die Stärke eines monotonen Zusammenhangs zwischen zwei mindestens ordinal

skalierten Größen.“ [73] Außerdem wird hier vorausgesetzt, dass unabhängige Beobachtungspaare vorliegen (cf.[73]).

Die *Kendallsche Rangkorrelation* mit dem Koeffizienten tau (τ) „[...] nutzt [...] den Unterschied in den Rängen und nicht die Differenz der Ränge. [...] τ erweist sich darüber hinaus auch für intervallskalierte Daten als hilfreich, wenn die Daten nicht normalverteilt sind, die Skalen ungleiche Teilungen aufweisen oder bei sehr kleinen Stichprobengrößen.“ [74]

2.4.3 Multivariate Analyse bzw. Logistische Regression

„Die Logistische Regression ist ein multivariates Verfahren. Sie bildet aus mehreren Risiko- und Einfluss-Variablen, genannt Prediktoren für jeden Patienten einen Wert, der je nach der Zielvariablen (Kriterium) der 1 bzw. der 0 optimal nahe kommt. Probanden, bei denen mehr als die Hälfte der Variablen fehlt, werden gestrichen. Bei den übrigen werden die fehlenden Werte geschätzt. Codierte Variable [sic!] , wie etwa Diagnose, kann man in eine Reihe von 0-1 Variablen umcodieren.

Es müssen mindestens dreimal (besser 10-mal) soviel Probanden vorhanden sein, wie Variable [sic!] in die Analyse eingehen.

Die logistische Regression wird üblicherweise mit möglichst vielen Variablen begonnen und dann solange mit Auslassung der Variablen mit der jeweils schlechtesten Signifikanz wiederholt, bis alle verbliebenen Variablen signifikant sind. Diese letzte Tabelle stellt dann das Ergebnis dar.

Die Formel der logistischen Regression ist so angelegt, dass das Ergebnis nie unter 0 und nie über 1 gehen kann.

$$\text{Schätzwert} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum_{i=0}(\beta_i + x_i))}}$$

Ausgegeben wird in einer Tabelle der Variablen deren beta-Gewicht, die multivariate Odds-Ratio mit ihrem Vertrauensbereich und die Signifikanz der entsprechenden Variablen. Beta ist ein Maß für den Einfluss, den die Variable auf die Ergebnis-Variable hat. Odds-Ratio ist das Risikoverhältnis, d.h. das Verhältnis Kranke zu Gesunden ohne die Risiko-Variable bezogen auf das Verhältnis Kranke zu Gesunden bei Vorliegen des Risikos. [Alpha beschreibt eine Konstante, N. S.]

Ein Konfidenzintervall wird berechnet, um die Güte eines Schätzwertes zu beurteilen. Der aus der vorhandenen Stichprobe ermittelte Schätzwert repräsentiert vermutlich nicht den tatsächlichen Wert der Grundgesamtheit, und es ist kaum zu erwarten, dass er damit exakt übereinstimmt. Man darf aber vermuten, dass der wahre Wert [in der, N. S.] näheren Umgebung des Schätzwertes liegt. Durch ein Konfidenzintervall (CI oder Vertrauensbereich) wird dieser unscharfe Ausdruck „nähere Umgebung“ präzisiert, da er einen Hinweis auf die Genauigkeit des errechneten Ergebnisses liefert [...]. Ein 95%-Konfidenzintervall gibt den Bereich an, der mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit den ermittelten Parameter überdeckt.

Zur Überprüfung auf eine Gaußsche Normalverteilung wurde die Probitdarstellung mit den Grenzen nach Lillefors verwendet.“ [70]

2.4.4 Signifikanz

Als signifikant wurde ein Ergebnis bezeichnet, wenn im statistischen Test ein p-Wert von $< 0,05$ errechnet wurde. Die signifikanten p-Werte wurden mit Stern-Symbolen gekennzeichnet: $p < 0,05$ mit *, $p < 0,01$ mit ** und $p < 0,001$ mit ***.

Nicht signifikante Ergebnisse werden im Folgenden nicht oder nur teilweise aufgeführt.

2.4.5 Dezimal-/Tausendertrennzeichen

Bei Tabellen bzw. Abbildungen aus englischen oder amerikanischen Quellen wurde in der Arbeit die englische Dezimal- und Tausenderschreibweise beibehalten, ebenso bei Tabellen, die durch das US-amerikanische Programm IBM SPSS Statistics 20 generiert wurden.

Im fließenden Text und in Tabellen und Abbildungen aus deutschen Quellen sowie in selbst erstellten Tabellen wurde die deutsche Dezimal- und Tausenderschreibweise verwendet.

3 Ergebnisse

Seit 2006 wird in der Allgemein- und Viszeralchirurgie der Universitätsklinik in Würzburg der RYGB als operatives Verfahren bei Adipositas durchgeführt. Im Untersuchungszeitraum bis Juli 2011 erhielten 147 Patienten eine RYGB-Operation.

Von den 147 operierten Patienten mussten vier von der Studie ausgeschlossen werden, da zwei verstorben waren und zwei weitere nicht an der Nachsorge teilnahmen.

3.1 Deskriptive/Univariate Analyse

3.1.1 Patientencharakteristika

Diese Studie beschreibt 143 Patienten im Alter von 16 bis 67 Jahren (vollendete Lebensjahre). Das mittlere Alter betrug $44,0 \pm 10,4$ Jahre, der Altersmedian war 44 Jahre mit einem 68%-CI von 33 bis 54,5 Jahren. 43 Patienten (30%) waren männlich, 100 (70%) weiblich.

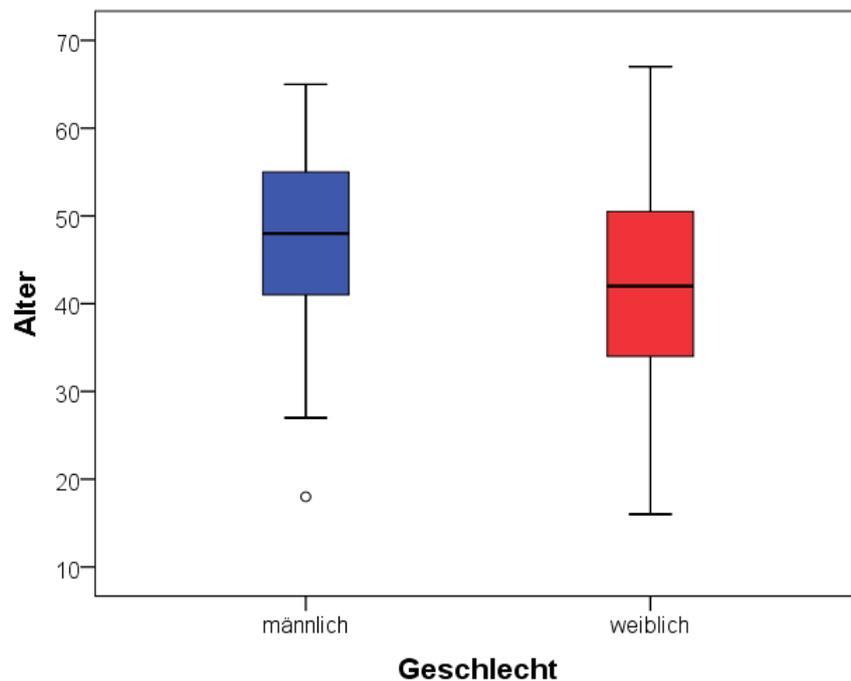


Abbildung 3.1 Geschlecht und Alter in Jahren.

Jede Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Die Whisker zeigen die Daten in den Außenbereichen an. Ausreißer sind als Kreis gekennzeichnet. Der Balken in der Mitte der Box ist der Median.

Wie in Tabelle 3.1 gezeigt, waren die männlichen Patienten signifikant älter als die Patientinnen, im Mittel fünf Jahre.

Tabelle 3.1 Geschlecht und Alter

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 143$, MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, CI = Konfidenzintervall, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney

Geschlecht	n	%	Alter				p
			MW	ST	Median	68%-CI	
männlich	43	30.07	47.84	10.25	48.00	38.66 57.00	0.0015**
weiblich	100	69.93	42.29	10.08	42.00	32.00 52.29	
gesamt	143	100.00	43.96	10.41	44.00	33.00 54.47	–

Tabelle 3.2 Altersgruppe, Familienstand und Berufsgruppe nach ISEI

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 143$

		n	%
Altersgruppe	16-40	51	35.66
	41-50	48	33.57
	51-72	44	30.77
Familienstand	ledig	28	19.58
	verheiratet	86	60.14
	geschieden	18	12.59
	getrennt lebend	1	0.70
	verwitwet	1	0.70
	Partnerschaft	9	6.29
Berufsgruppe nach ISEI	0	36	25.17
	16-25	40	27.97
	27-50	49	34.27
	51-74	18	12.59

Die meisten Patienten waren verheiratet, einem Viertel der Patienten konnte ein ISEI von 0 zugeordnet werden.

3.1.2 Compliance

53 Patienten (37,06%) zeigten eine gute, 52 (36,36%) eine mittlere und 38 (26,57%) eine schlechte präoperative Compliance.

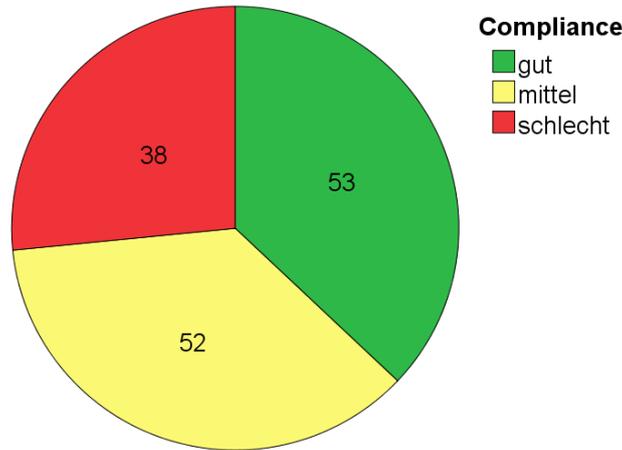


Abbildung 3.2 Anzahl der Patienten in den Compliance-Gruppen

3.1.3 Body Mass Index (BMI)

Der BMI der Patienten lag zwischen 36 und 81 kg/m², der Mittelwert betrug 51,4 ± 7,1 kg/m² und der Median war 51,0 kg/m² mit einem 68%-CI von 44,5 bis 59 kg/m².

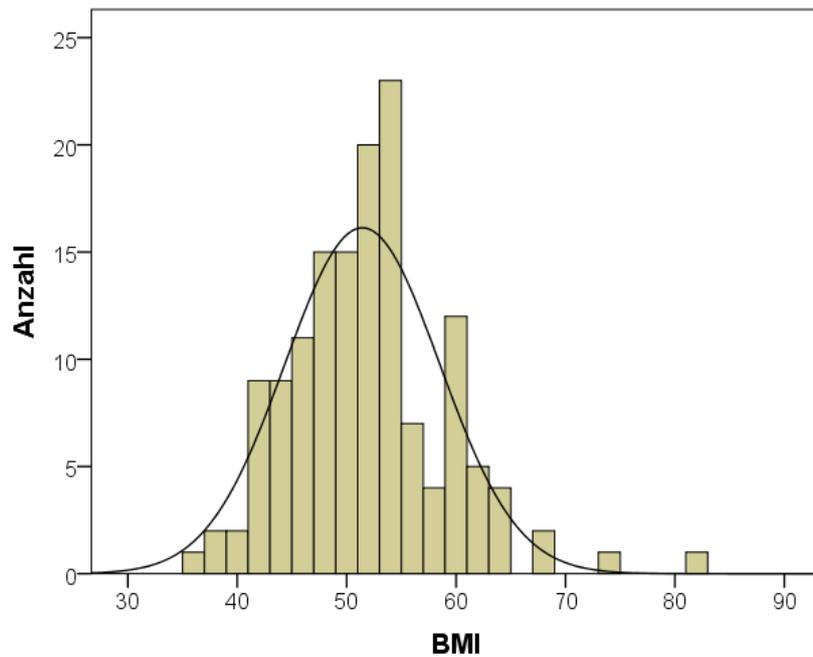


Abbildung 3.3 BMI [kg/m²] präoperativ

Die Säulen stellen die Anzahl der Patienten mit dem jeweiligen präoperativen BMI dar.

3.1.4 Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

3.1.4.1 Diabetes

Von den 143 Patienten waren präoperativ 64 (44,76%) Diabetiker, 41 Patienten (47,67%) hatten ein erhöhtes HbA1c, davon waren neun Nicht-Diabetiker. Vor der Operation nahmen 50 Patienten (36,23%) orale Antidiabetika ein. 33 (24,09%) Diabetiker spritzten sich Insulin. 19 Diabetiker nahmen orale Antidiabetika ein und spritzen sich zusätzlich Insulin (Tabelle 3.3 und Tabelle 3.4). Bei 24 Patienten war die Diabetesdauer dokumentiert, diese reichte von < 1 Jahr bis zu 33 Jahren.

Tabelle 3.3 Diabetes mellitus, HbA1c und Diabetesmedikamente präoperativ

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Diabetes mellitus	ja	64	44.76
	nein	79	55.24
HbA1c	normal	45	52.33
	erhöht	41	47.67
	fehlende Angabe	57	–
Orale Antidiabetika	keine	93	65.03
	1	43	30.07
	2	6	4.20
	3	1	0.70
Insuline	keines	110	76.92
	1	20	13.99
	2	12	8.39
	3	1	0.70

Tabelle 3.4 Diabetes und Diabetesmedikamente präoperativ

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

Diabetes mellitus	Orale Antidiabetika	Insulin	n	%
ja	nein	nein	9	6.3
	nein	ja	14	9.8
	ja	nein	22	15.4
	ja	ja	19	13.3
nein	nein	nein	70	49.0
	ja	nein	9	6.3

3.1.4.2 Hypertonie

Die Patienten mit einer arteriellen Hypertonie und die Anzahl der eingenommenen Antihypertonika-Klassen präoperativ sind in Tabelle 3.5 aufgeführt. In Abbildung 3.4 ist die Verteilung der Anzahl der Antihypertonika-Klassen bildlich dargestellt. Knapp Dreiviertel der Patienten litt präoperativ an einer Hypertonie. Mehr als die Hälfte der Patienten nahm präoperativ Antihypertonika ein, wovon die meisten mehr als ein Antihypertonikum einnahmen.

Tabelle 3.5 Hypertonie und Antihypertonika präoperativ

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Hypertonie	ja	104	72.73
	nein	39	27.27
Antihypertonika (Anzahl Klassen)	ja	76	56.72
	1	20	14.93
	2	24	17.91
	3	19	14.18
	4	11	8.21
	5	2	1.49
	nein	58	43.28
<i>fehlende Angabe</i>		9	–

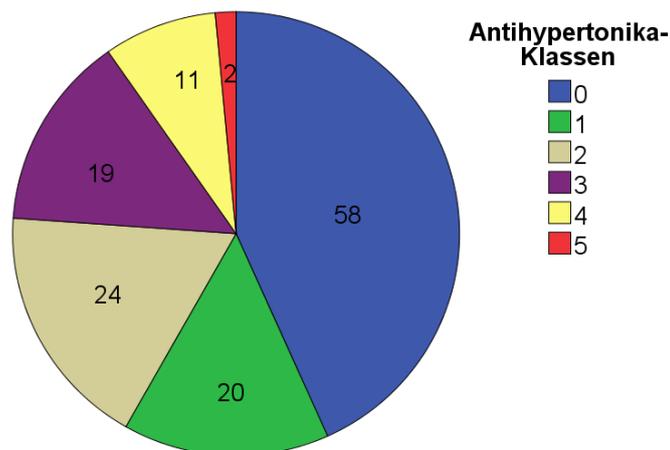


Abbildung 3.4 Anzahl der Patienten und Anzahl der Antihypertonika-Klassen

3.1.4.3 Sonstige Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Die sonstigen Adipositas-assoziierten Begleiterkrankungen (Gelenkbeschwerden, Schlafapnoe, LWS-Beschwerden, Belastungsdyspnoe, PCO-Syndrom) sind in

Tabelle 3.6 aufgelistet und in Abbildung 3.5 veranschaulicht.

Tabelle 3.6 Sonstige Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Anzahl (n) und Prozentsatz der Patienten

		n	%
Gelenkbeschwerden (n = 143)	ja	99	69.23
	nein	44	30.77
Schlafapnoe (n = 143)	ja	54	37.76
	nein	89	62.24
LWS-Beschwerden (n = 143)	ja	73	51.05
	nein	70	48.95
Belastungsdyspnoe (n = 143)	ja	56	39.16
	nein	87	60.84
PCO-Syndrom (n = 100)	ja	19	19.00
	nein	81	81.00

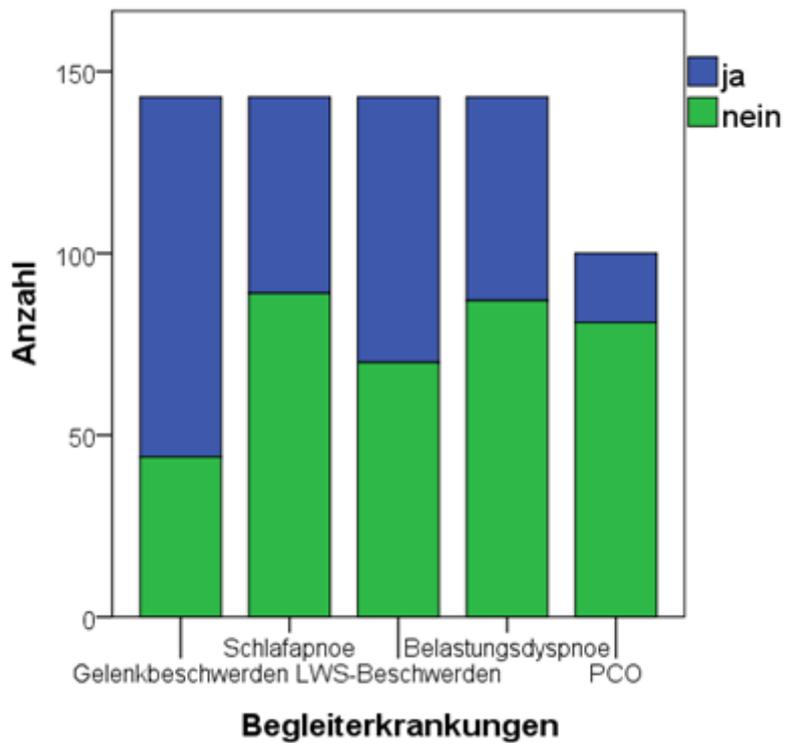


Abbildung 3.5 Sonstige Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Die Säulen stellen die Anzahl der Patienten mit vorhandener präoperativer Dokumentation zu Adipositas-assoziierten Begleiterkrankungen dar. ■ = ja (Begleiterkrankung vorhanden), ■ = nein (Begleiterkrankung nicht vorhanden)

3.1.5 Psychiatrische Erkrankungen

In Tabelle 3.7 sind die psychiatrischen Erkrankungen der Patienten aufgetragen. 27 Patienten (18,88%) litten bereits präoperativ an Depressionen, bei sieben (4,9%) traten erst postoperativ Depressionen auf. 18 (12,67%) der Patienten mit präoperativen Depressionen nahmen Antidepressiva ein. Fünf Patienten (3,55%) litten präoperativ unter weiteren psychiatrischen Erkrankungen.

Tabelle 3.7 Depressionen und weitere psychiatrische Erkrankungen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Depression	nein	109	76.22
	prä-OP erstmals aufgetreten	27	18.88
	post-OP erstmals aufgetreten	7	4.90
Antidepressiva präoperativ	keine	124	87.32
	1	15	10.56
	2	2	1.41
	4	1	0.70
	<i>fehlende Angabe</i>	<i>1</i>	–
Weitere psychiatrische Erkrankungen	keine	136	96.45
	Schizophrene Psychose	1	0.71
	Persönlichkeitsstörung	1	0.71
	Angststörung	1	0.71
	Adultes ADHS	1	0.71
	Alkoholabhängigkeit	1	0.71
	<i>fehlende Angabe</i>	<i>2</i>	–

3.1.6 Hb, Gesamteiweiß, Albumin

Die folgende Abbildung zeigt die Anzahl der Patienten mit präoperativ gemessenen Hb- Gesamteiweiß- und Albuminwerten. 24 (16,78%) wiesen hiervon einen erniedrigten Hb- Wert, drei (13,04%) ein erniedrigtes Gesamteiweiß und zwei (3,17%) ein erniedrigtes Albumin auf.

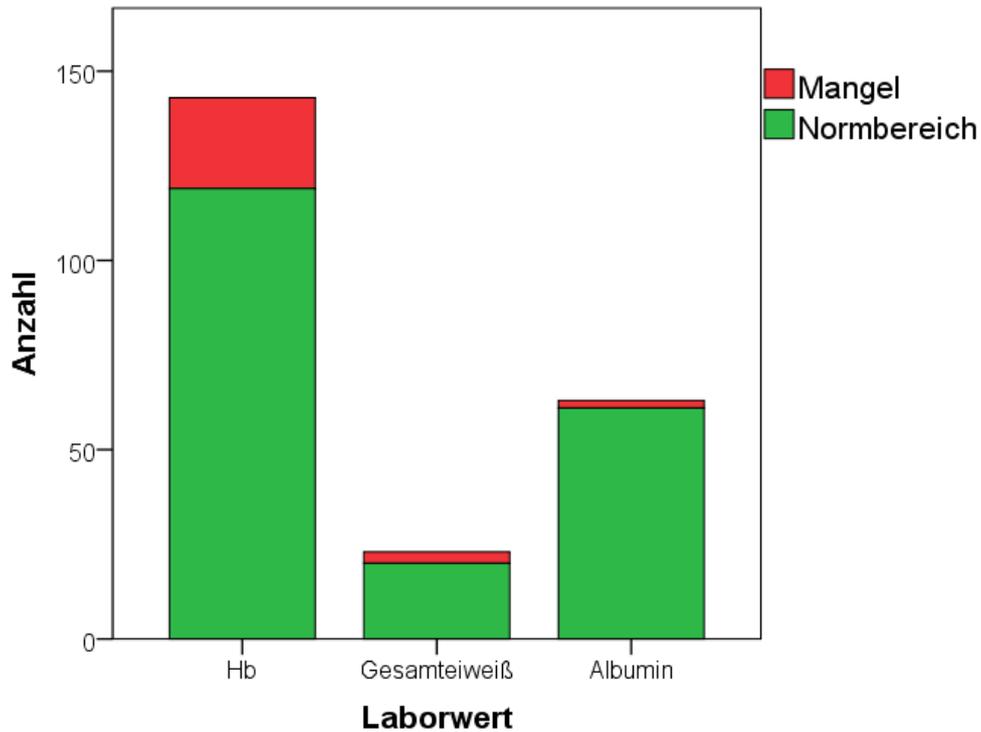


Abbildung 3.6 Hb, Gesamteiweiß und Albumin präoperativ

Die Säulen stellen die Anzahl der Patienten mit präoperativ gemessenen Hb-, Gesamteiweiß-, und Albuminwerten dar und sind in ■ = Mangel, ■ = Normbereich unterteilt.

3.1.7 Vorbehandlung

Tabelle 3.8 zeigt die Anzahl der Patienten, die eine Adipositas-chirurgische Vorbehandlung hatten, in Abbildung 3.7 ist dies bildlich dargestellt. 84,62% der Patienten hatten keine Vorbehandlung.

Tabelle 3.8 Vorbehandlung

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Vorbehandlung	ja	22	15.38
	Magenballon	12	8.39
	Magenband	7	4.90
	Magenschrittmacher	2	1.40
	Sleeve-Gastrektomie	1	0.70
	nein	121	84.62

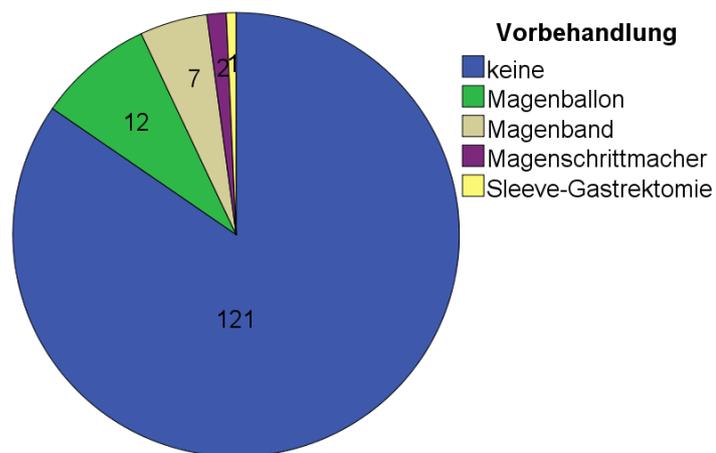


Abbildung 3.7 Anzahl der Patienten mit Vorbehandlung

3.1.8 Postoperative Komplikationen

Postoperativ traten bei 22 Patienten (15,38%) Komplikationen auf (Tabelle 3.9). 16 (11,19%) hatten Minor-Komplikationen, während bei acht Personen (5,59%) Major-Komplikationen auftraten. Zwei Personen hiervon hatten sowohl Minor- als auch Major-Komplikationen.

Tabelle 3.9 Postoperative Komplikationen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Postoperative Komplikationen	ja	22	15.38
	nein	121	84.62
Minor Komplikationen	ja	16	11.19
	nein	127	88.81
Major Komplikationen	ja	8	5.59
	nein	135	94.41

3.1.9 Dumping-Syndrom

Sechs Patienten (4,2%) litten unter einem postoperativen Dumping-Syndrom (Tabelle 3.10), hiervon hatten zwei ein Frühdumping, zwei ein Spätdumping und zwei sowohl ein Früh- als auch ein Spätdumping.

Tabelle 3.10 Dumping-Syndrom

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Dumping	ja	6	4.20
	Frühdumping	2	
	Spätdumping	2	
	Früh- und Spätdumping	2	
	nein	137	95.80

3.1.10 Non Responder

Die folgenden beiden Tabellen (Tabelle 3.11, Tabelle 3.12) zeigen die Anzahl der Non Responder (NR) ein Jahr postoperativ bezüglich Gewichtsreduktion, Diabetes und Hypertonie. Beim Diabetes und der Hypertonie wurden die Patienten aufgeteilt in resolved, improved und unverändert (Tabelle 3.11), wobei eine unveränderte Erkrankung für ein Non Responding spricht. Bezüglich der Gewichtsreduktion waren 17 Patienten Non Responder (12% des Gesamtkollektivs bzw. 13% des Gesamtkollektivs mit Angaben zum

Non Responding), bezüglich des Diabetes 10 Patienten (7% des Gesamtkollektivs bzw. 24% der Diabetiker mit Angaben zum Non Responding) und bezüglich der Hypertonie 18 Patienten (13% des Gesamtkollektivs bzw. 35% der Hypertoniker mit Angaben zum Non Responding).

Tabelle 3.11 Non Responder

Anzahl und Prozentsatz der Patienten des Gesamtkollektivs sowie Prozentsatz der Patienten mit entsprechendem Responding und vorhandenen Angaben, n = 143

		n	%	%
Gewichtsreduktion	erfolgreich	110	76.92	86.61
	NR	17	11.89	13.39
	<i>fehlende Angabe</i>	16	11.19	
Diabetes	resolved	16	11.19	39.02
	improved	15	10.49	36.59
	unverändert = NR	10	6.99	24.39
	<i>fehlende Angabe</i>	23	16.08	
	kein Diabetes	79	55.24	
Hypertonie	resolved	20	13.99	39.22
	improved	13	9.09	25.49
	unverändert = NR	18	12.59	35.29
	<i>fehlende Angabe</i>	53	37.06	
	keine Hypertonie	39	27.27	

In Tabelle 3.12 bedeutet die Kategorie 0 ein erfolgreiches Therapieergebnis und die Kategorie 1 ein Non Responding. Somit hatten 58 Patienten (41%) ein insgesamt gutes Outcome bezüglich der Gewichtsreduktion, des Diabetes und der Hypertonie ein Jahr postoperativ. 47 Patienten (33%) wiesen mindestens bei einem der drei Kategorien ein Non Respondig auf und ein Patient (0,7%) war in allen drei Kategorien Non Responder.

Tabelle 3.12 Non Responder gesamt

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143, 0 = erfolgreiches Therapieergebnis, 1 = Non Responding

Non Responder				
Gewichtsreduktion	Diabetes	Hypertonie	n	%
0	0	0	58	40.559
0	0	fehlende Angabe	12	8.392
0	fehlende Angabe	0	3	2.098
0	fehlende Angabe	fehlende Angabe	8	5.594
fehlende Angabe	0	0	1	0.699
fehlende Angabe	0	fehlende Angabe	5	3.497
fehlende Angabe	fehlende Angabe	0	2	1.399
fehlende Angabe	fehlende Angabe	fehlende Angabe	7	4.895
0	0	1	21	14.685
0	1	0	2	1.399
0	1	1	3	2.098
0	1	fehlende Angabe	2	1.399
0	fehlende Angabe	1	1	0.699
1	0	0	5	3.497
1	0	1	3	2.098
1	0	fehlende Angabe	4	2.797
1	1	0	1	0.699
1	1	1	1	0.699
1	1	fehlende Angabe	1	0.699
1	fehlende Angabe	1	2	1.399
fehlende Angabe	0	1	1	0.699

3.1.11 Postoperative Mangelzustände

Tabelle 3.13 zeigt die aufgetretenen Mangelzustände im ersten postoperativen Jahr anhand der gemessenen Laborwerte.

Tabelle 3.13 Mangelzustände im ersten postoperativen Jahr

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143

		n	%
Vitamin B12	Mangel	7	5.38
	im Normbereich	104	80.00
	Überschuss	19	14.62
	<i>fehlende Angabe</i>	13	–
Vitamin D 25 OH	schwerer Mangel	8	7.77
	mäßiger Mangel	42	40.78
	leichter Mangel	26	25.24
	im Normbereich	27	26.21
	<i>fehlende Angabe</i>	40	–
PTH	Mangel	4	3.85
	im Normbereich	74	71.15
	Überschuss	26	25.00
	<i>fehlende Angabe</i>	39	–
Hb	Mangel	39	28.68
	im Normbereich	93	68.38
	Überschuss	4	2.94
	<i>fehlende Angabe</i>	7	–
Eisen	Mangel	28	21.05
	im Normbereich	99	74.44
	Überschuss	6	4.51
	<i>fehlende Angabe</i>	10	–
Gesamteiweiß	Mangel	39	35.45
	im Normbereich	71	64.55
	<i>fehlende Angabe</i>	33	–
Albumin	Mangel	7	6.19
	im Normbereich	106	93.81
	<i>fehlende Angabe</i>	30	–

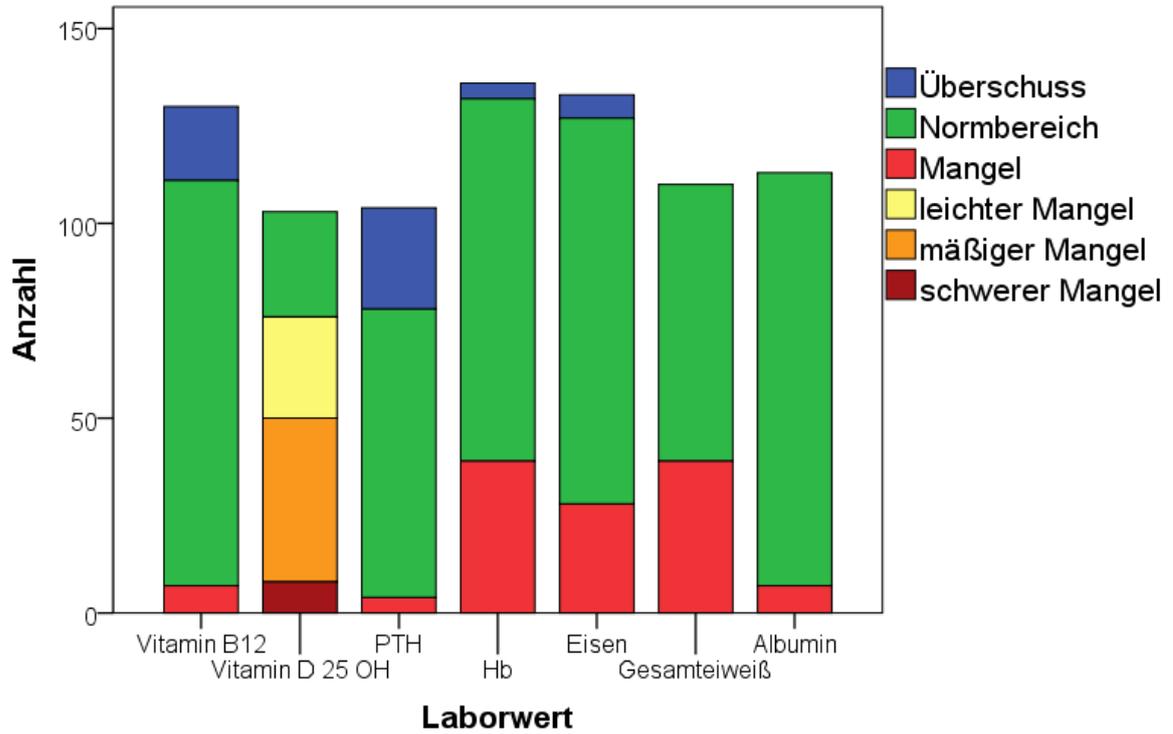


Abbildung 3.8 Mangelzustände im ersten postoperativen Jahr

Die Säulen stellen die Anzahl der Patienten mit postoperativ gemessenen Vitamin B12-, Vitamin D 25 OH-, PTH-, Hb-, Eisen-, Gesamteiweiß-, und Albuminwerten dar.

3.2 Bivariate Analyse

3.2.1 Patientencharakteristika und präoperative Variablen

3.2.1.1 Alter und Compliance

In der folgenden Tabelle (Tabelle 3.14) ist zu sehen, dass die älteste Gruppe (Altersgruppe 51-72) nur zu 25% eine gute präoperative Compliance aufwies. Bei der Altersgruppe 41-50 kam eine schlechte Compliance nur zu 16,67% vor, bei der Altersgruppe 16-40 zu 35,29%. In Abbildung 3.9 ist dies graphisch dargestellt.

Tabelle 3.14 Altersgruppe und Compliance

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 143$, die Prozentangabe bezieht sich auf die Altersgruppe, p aus dem Chi-Quadrat-Test

Altersgruppe	Compliance						p
	gut		mittel		schlecht		
	n	%	n	%	n	%	
16-40	21	41.18	12	23.53	18	35.29	0.036*
41-50	21	43.75	19	39.58	8	16.67	
51-72	11	25.00	21	47.73	12	27.27	

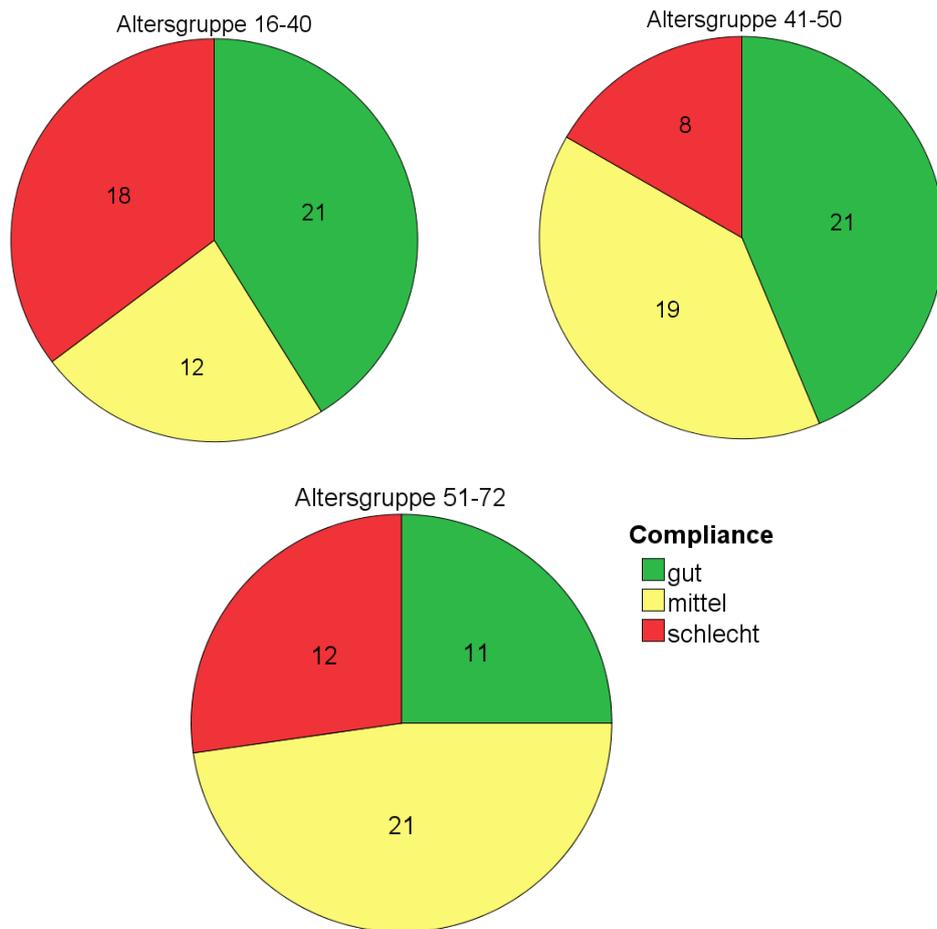


Abbildung 3.9 Altersgruppe und Compliance
Die Sektoren stellen die Anzahl der Patienten dar

3.2.1.2 Alter, Geschlecht und BMI

Je älter die Patienten waren, desto niedriger war der BMI ($\rho = -0,25$, $p = 0,0031^{**}$ in der Spearmanschen Rangkorrelation, Abbildung 3.10). Ohne Berücksichtigung des Alters war kein Unterschied des BMI zwischen den Geschlechtern zu erkennen. Im Altersverlauf lag der BMI jedoch bei den männlichen Patienten signifikant höher als bei den Patientinnen.

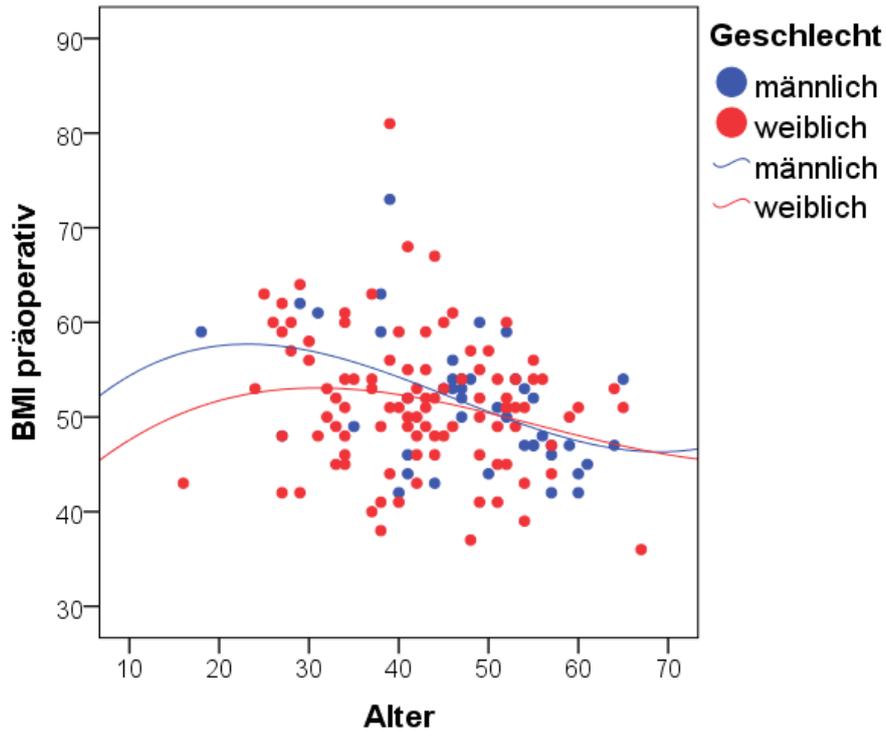


Abbildung 3.10 Alter und BMI

Jeder Punkt stellt einen Patienten dar und ist nach Geschlecht markiert. Die Linien sind die Regressionslinien.

3.2.1.3 BMI und Compliance

Tabelle 3.15 BMI und Compliance

Anzahl der Patienten, MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney

Compliance	n	BMI [kg/m ²]		p(U)
		MW	ST	
gut	53	50.340	6.674	0.88
mittel	52	49.904	6.105	
gut	53	50.340	6.674	0.0041**
schlecht	38	55.026	7.727	
mittel	52	49.904	6.105	0.0020**
schlecht	38	55.026	7.727	
gut oder mittel	105	50.124	6.371	0.00069****
schlecht	38	55.026	7.727	

Eine Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis ergab für den Unterschied aller drei Compliance-Gruppen ein $p = 0,0036^{**}$.

Tabelle 3.15 zeigt im U-Test nach Mann und Whitney, dass sich die Patienten mit guter und mittlerer Compliance nicht im präoperativen BMI unterschieden. Zwischen der Gruppe mit guter bzw. mittlerer Compliance und der Gruppe mit schlechter Compliance sieht man einen deutlich signifikanten Unterschied. Patienten mit einem höheren BMI hatten somit auch eine signifikant schlechtere Compliance.

3.2.1.4 Alter, BMI und Compliance

Bei den jüngeren Patienten (unter 40 Jahren) hatte die Gruppe mit einem höheren präoperativen BMI eine deutlich schlechtere Compliance (siehe Abbildung 3.11).

Eine Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis ergab für den Unterschied aller drei Compliance-Gruppen ein $p = 0,0036^{**}$.

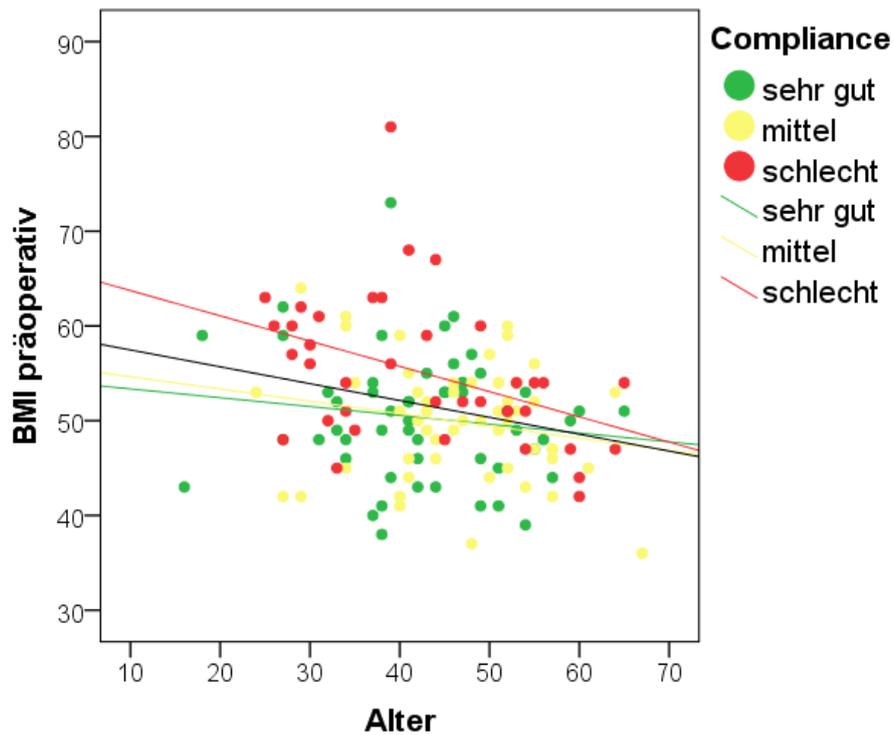


Abbildung 3.11 Alter, BMI und Compliance

Jeder Punkt stellt einen Patienten dar und ist nach der Compliance markiert. Die Linien sind die Regressionsgeraden. Die schwarze Linie ist die gemeinsame Regressionsgerade

3.2.1.5 Alter und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Die Diabetiker waren signifikant älter als die Nicht-Diabetiker, im Mittel sieben Jahre (Tabelle 3.16).

In Tabelle 3.17 lässt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und Hypertonie erkennen. Die Patienten mit Hypertonie waren im Mittel sieben Jahre älter als Patienten ohne Hypertonie.

Bei den übrigen Begleiterkrankungen war kein signifikanter Zusammenhang mit dem Alter erkennbar.

Tabelle 3.16 Alter und Diabetes

Anzahl der Patienten (n), Diabetes mellitus, HbA1c, orale Antidiabetika, Insulin, MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney

		Alter [Jahre]			p
		n	MW	ST	
Diabetes mellitus (n = 143)	ja	64	47.641	10.449	0.00006***
	nein	79	40.975	9.435	
HbA1c (n = 86)	normal	45	39.822	9.447	0.00064***
	erhöht	41	47.732	10.900	
Orale Antidiabetika (n = 143)	nein	93	42.516	10.290	0.0082**
	ja	50	46.640	10.202	
Insulin (n = 143)	nein	110	41.855	9.693	0.00001***
	ja	33	50.970	9.752	

Tabelle 3.17 Alter und Hypertonie

Anzahl der Patienten (n), Hypertonie, Antihypertonika, MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney

		Alter [Jahre]			p
		n	MW	ST	
Hypertonie (n = 143)	ja	104	45.808	10.271	0.00032***
	nein	39	39.026	9.210	
Antihypertonika (n = 134)	ja	76	47.816	9.803	<0.000005***
	nein	58	39.672	9.436	

3.2.1.6 BMI und orale Antidiabetika

Patienten ohne orale Antidiabetika hatten einen BMI von $52,4 \pm 7,3$ kg/m². Patienten, die orale Antidiabetika einnahmen, hatten einen signifikant niedrigeren BMI von $49,7 \pm 6,3$ kg/m² (p = 0,030* im U-Test nach Mann und Whitney).

3.2.1.7 Geschlecht und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Die folgende Tabelle zeigt einen signifikanten Zusammenhang von Geschlecht und Schlafapnoe sowie Geschlecht und LWS-Beschwerden. Weibliche Patienten hatten demnach prozentual seltener eine Schlafapnoe und LWS-Beschwerden als männliche Patienten. Auch Patientinnen ohne Belastungsdyspnoe kamen knapp signifikant häufiger vor als Patienten.

Alle anderen Adipositas-assoziierten Begleiterkrankungen zeigten keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Geschlecht.

Tabelle 3.18 Geschlecht und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143, die Prozentangabe bezieht sich auf die Begleiterkrankungen, p aus dem Chi-Quadrat-Test

		Geschlecht				p
		männlich		weiblich		
		n	%	n	%	
Schlafapnoe	ja	26	48.15	28	51.85	0.00027***
	nein	17	19.10	72	80.90	
LWS-Beschwerden	ja	28	38.36	45	61.64	0.026*
	nein	15	21.43	55	78.57	
Belastungsdyspnoe	ja	22	39.29	34	60.71	0.055
	nein	21	24.14	66	75.86	

3.2.1.8 Vorbehandlung und Compliance

Von den Patienten mit guter präoperativer Compliance waren nur 3 von 53 (6%) operativ vorbehandelt, von den Patienten mit mittlerer Compliance waren es 8 von 52 (15%) und von den Patienten mit schlechter Compliance waren bereits 11 von 38 (29%) vorbehandelt ($p = 0,0093^{**}$). Somit ergibt sich, dass Patienten mit Vorbehandlung statistisch eine schlechtere Compliance hatten.

3.2.1.9 Depression und Compliance

Von 109 Patienten ohne Depressionen zeigten 46 (42%) eine gute präoperative Compliance, 38 (35%) eine mittlere und 25 (23%) eine schlechte (Abbildung 3.12). Von 34 Patienten mit Depression vor oder nach der Operation gab es bei 7 (21%) eine gute Compliance, bei 14 (41%) eine mittlere und bei 13 (38%) eine schlechte Compliance ($p = 0,048^*$ im Chi-Quadrat-Test). Dieser p-Wert lässt auf eine schlechtere Compliance bei Patienten mit Depressionen schließen.

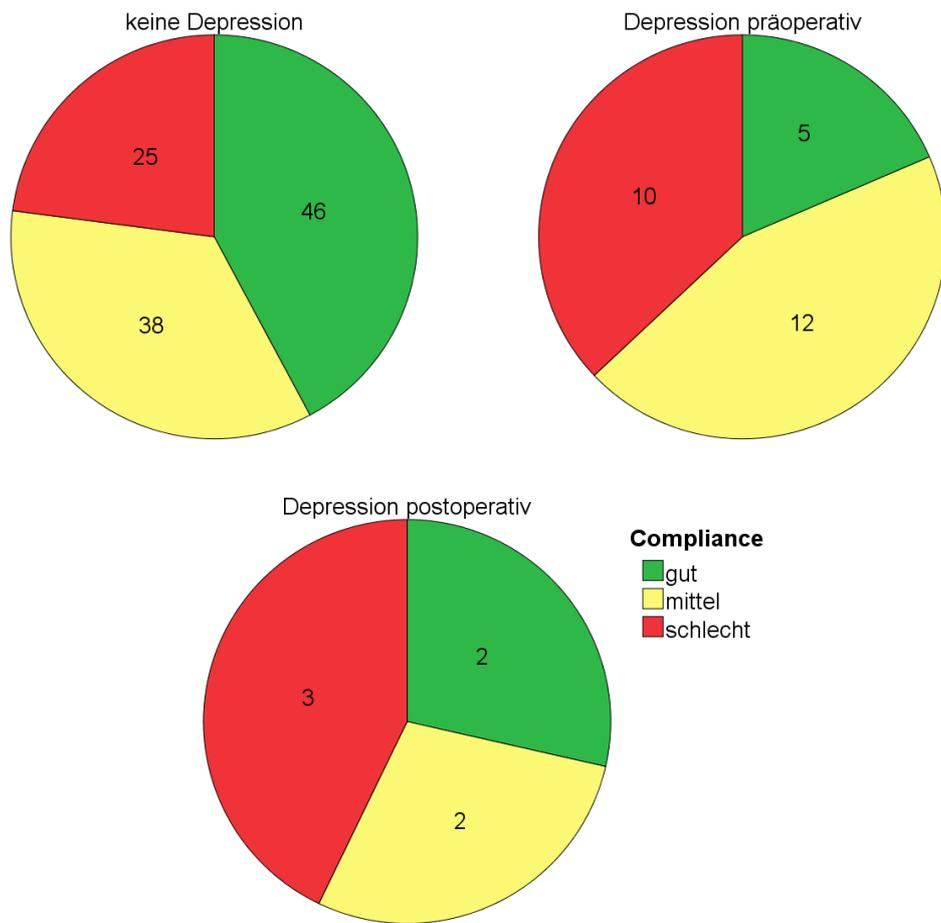


Abbildung 3.12 Depression und Compliance
Die Sektoren stellen die Anzahl der Patienten dar

3.2.2 Non Responder Gewichtsreduktion

3.2.2.1 Non Responder Gewichtsreduktion und Compliance

Deutlich zu sehen ist in Tabelle 3.19 sowie in Abbildung 3.13, dass die Non Responder bezüglich Gewichtsreduktion nur zu 6% eine gute präoperative Compliance hatten.

Tabelle 3.19 Non Responder Gewichtsreduktion und Compliance

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 127$, die Prozentangabe bezieht sich auf die Non Responder, p aus dem Chi-Quadrat-Test

Non Responder Gewichtsreduktion	Compliance						p
	gut		mittel		schlecht		
	n	%	n	%	n	%	
nein	49	44.55	39	35.45	22	20.00	0.0019**
ja	1	5.88	8	47.06	8	47.06	

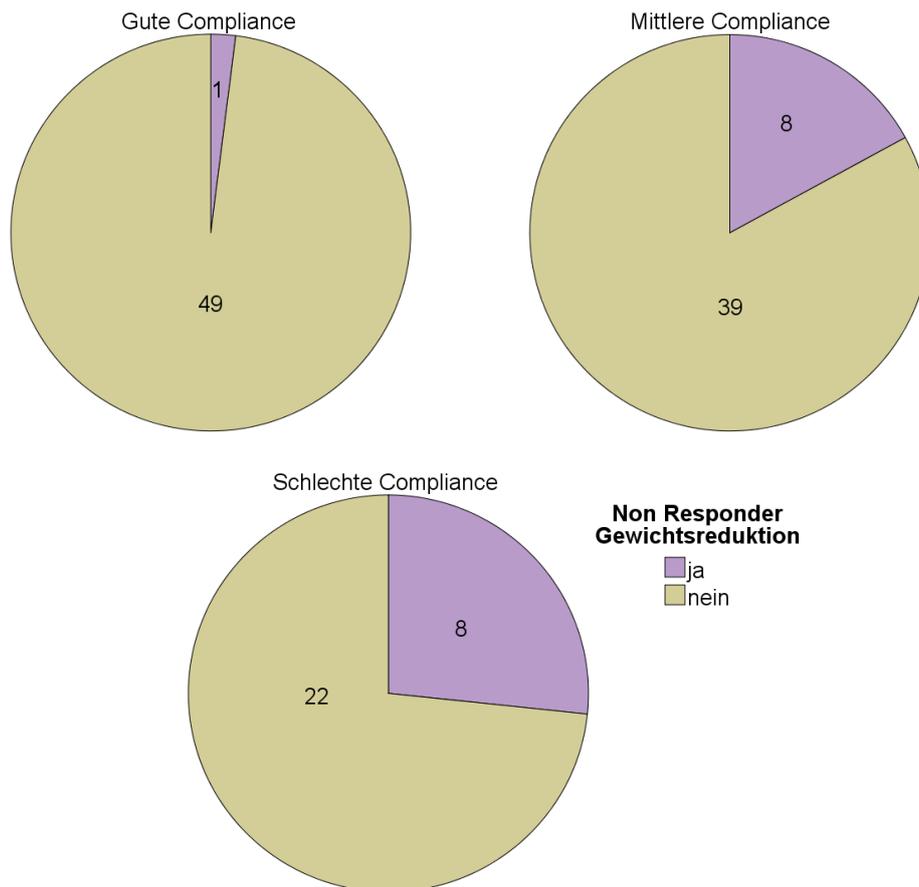


Abbildung 3.13 Non Responder Gewichtsreduktion und Compliance

Die Sektoren stellen die Anzahl der Patienten dar

3.2.2.2 Non Responder Gewichtsreduktion und Vorbehandlung bzw. Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Bariatrisch voroperierte Patienten waren fast zur Hälfte Non Responder bezüglich der Gewichtsreduktion, wohingegen die nicht vorbehandelten Patienten nur zu unter 10% Non Responder waren. Personen ohne Belastungsdyspnoe waren nur zu 8% Non Responder (Tabelle 3.20).

Alle sonstigen Adipositas-assoziierten Begleiterkrankungen zeigten keine signifikante Korrelation mit einem Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion.

Tabelle 3.20 Non Responder Gewichtsreduktion und Vorbehandlung bzw. Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 127, die Prozentangabe bezieht sich auf die Vorbehandlung bzw. Begleiterkrankungen, p aus dem Chi-Quadrat-Test bzw. aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy)

		Non Responder Gewichtsreduktion				p
		nein		ja		
		n	%	n	%	
Vorbehandlung	ja	10	58.82	7	41.18	0.0019** _{fy}
	nein	100	90.91	10	9.09	
Belastungsdyspnoe	ja	41	78.85	11	21.15	0.034 *
	nein	69	92.00	6	8.00	

3.2.2.3 Non Responder Gewichtsreduktion und Vitamin D 25 OH Mangel

Non Responder bezüglich der Gewichtsreduktion entwickelten postoperativ auch signifikant häufiger einen schweren Vitamin D 25 OH Mangel.

Tabelle 3.21 Non Responder Gewichtsreduktion und postoperativer Vitamin D 25 OH Mangel

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 96, die Prozentangabe bezieht sich auf die Non Responder, p aus dem exakten Test nach Mehta und Patel (mp)

		Non Responder Gewichtsreduktion				p
		ja		nein		
		n	%	n	%	
Vit. D 25 OH Mangel	schwerer Mangel	4	40.00	3	3.49	0.0054** _{mp}
	mäßiger Mangel	3	30.00	37	43.02	
	leichter Mangel	2	20.00	22	25.58	
	normal	1	10.00	24	27.91	



Abbildung 3.14 Non Responder Gewichtsreduktion und postoperativer Vitamin D 25 OH Mangel

3.2.2.4 Non Responder Gewichtsreduktion und psychiatrische Erkrankungen

Patienten ohne psychiatrische Erkrankungen waren, wie in Tabelle 3.22 ersichtlich, signifikant häufiger Responder bezüglich der Gewichtsreduktion.

Tabelle 3.22 Non Responder Gewichtsreduktion und psychiatrische Erkrankungen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 126$, die Prozentangabe bezieht sich auf die psychiatrischen Erkrankungen, p aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (f_y)

		psychiatrische Erkrankungen				p
		nein		ja		
		n	%	n	%	
Non Responder Gewichtsreduktion	nein	107	88.43	2	40.00	0.017* _{f_y}
	ja	14	11.57	3	60.00	

3.2.3 Non Responder Diabetes

3.2.3.1 Non Responder Diabetes und Berufsgruppe nach ISEI bzw. Geschlecht

Non Responder bezüglich Diabetes waren alle weiblich und wiesen durchschnittlich einen niedrigeren ISEI auf (Tabelle 3.23, Tabelle 3.24).

Tabelle 3.23 Non Responder Diabetes und Berufsgruppe nach ISEI

Anzahl der Patienten (n), MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis und aus dem U-Test nach Mann und Whitney

		n	Berufsgruppe nach ISEI		p
			MW	ST	
Diabetes (n = 120)	resolved	16	26.1875	21.3580	0.014*
	improved	15	27.2000	17.2800	
	unverändert = NR	10	9.6000	18.2099	
	kein Diabetes	79	29.9367	16.5075	
Non Responder Diabetes (n = 41)	nein	31	26.677	19.175	0.010*
	ja	10	9.600	18.210	

Tabelle 3.24 Non Responder Diabetes und Geschlecht

Anzahl der Patienten (n), die Prozentangabe bezieht sich auf den Diabetes bzw. die Non Responder, p aus dem Chi-Quadrat-Test bzw. dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy)

		Geschlecht				p
		männlich		weiblich		
		n	%	n	%	
Diabetes (n = 120)	resolved	6	37.50	10	62.50	0.022*
	improved	7	46.67	8	53.33	
	unverändert = NR kein Diabetes	0	0.00	10	100.00	
Non Responder Diabetes (n = 41)	nein	13	41.94	18	58.06	0.017* _{fy}
	ja	0	0.00	10	100.00	

3.2.3.2 Non Responder Diabetes und Familienstand

In Partnerschaft lebende Patienten waren zu einem Großteil Responder bezüglich Diabetes (Tabelle 3.25).

Tabelle 3.25 Non Responder Diabetes und Familienstand

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 41, die Prozentangabe bezieht sich auf den Familienstand, p aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy)

		Familienstand				p
		alleine lebend		mit Partner lebend		
		n	%	n	%	
Non Responder Diabetes	nein	5	50.00	26	83.87	0.045* _{fy}
	ja	5	50.00	5	16.13	

3.2.3.3 Non Responder Diabetes und HbA1c präoperativ

Die Non Responder bezüglich Diabetes sowie die Diabetiker in der Kategorie „improved“ hatten präoperativ häufiger ein erhöhtes HbA1c (Tabelle 3.26).

Tabelle 3.26 Non Responder Diabetes und HbA1c präoperativ

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 25$, die Prozentangabe bezieht sich auf den Diabetes, p aus dem Chi-Quadrat-Test

		HbA1c				p
		normal		erhöht		
		n	%	n	%	
Diabetes	resolved	6	54.55	5	45.45	0.015*
	improved	0	0.00	6	100.00	
	unverändert = NR	1	12.50	7	87.50	

3.2.3.4 Non Responder Diabetes und Diabetesdauer in Jahren

Bei 24 Patienten war die Diabetesdauer dokumentiert. Hiervon wurden zehn mit einer mittleren Diabetesdauer von $4,1 \pm 3,5$ Jahren in die Kategorie resolved eingestuft, zehn mit einer mittleren Dauer von $13,1 \pm 5,6$ Jahren in die Kategorie improved und vier mit einer mittleren Dauer von $7,0 \pm 7,4$ Jahren in die Kategorie unverändert (NR). ($p = 0,0045^{**}$ in der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis).

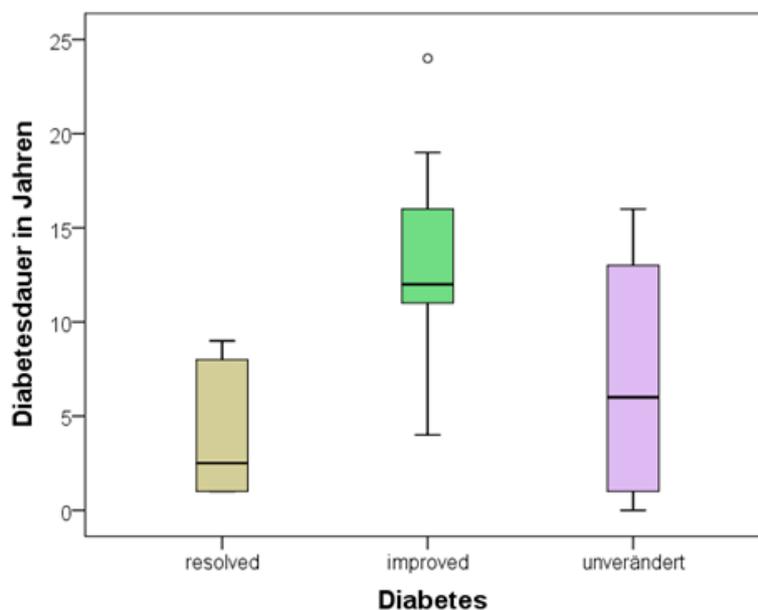


Abbildung 3.15 Diabetes und Diabetesdauer in Jahren

Jede Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Die Whisker zeigen die Daten in den Außenbereichen an. Ausreißer sind als Kreis gekennzeichnet. Der Balken in der Mitte der Box ist der Median.

3.2.3.5 Non Responder Diabetes und psychiatrische Erkrankungen

Alle Diabetiker mit psychiatrischen Erkrankungen waren, wie in Tabelle 3.27 ersichtlich, Non Responder bezüglich Diabetes.

Tabelle 3.27 Non Responder Diabetes und psychiatrische Erkrankungen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 40, die Prozentangabe bezieht sich auf die psychiatrischen Erkrankungen, p aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy)

		psychiatrische Erkrankungen				p
		nein		ja		
		n	%	n	%	
Non Responder Diabetes	nein	30	81.08	0	00.00	0.012* _{fy}
	ja	7	18.92	3	100.00	

3.2.4 Non Responder Hypertonie

3.2.4.1 Non Responder Hypertonie und Geschlecht

Non Responder bezüglich Hypertonie waren signifikant häufiger weiblich (Tabelle 3.28).

Tabelle 3.28 Non Responder Hypertonie und Geschlecht

Anzahl der Patienten, n = 51, die Prozentangabe bezieht sich auf die Non Responder Hypertonie, p aus der Maximum-Likelihood-Wahrscheinlichkeit

		Geschlecht				p
		männlich		weiblich		
		n	%	n	%	
Non Responder Hypertonie	nein	14	42.42	19	57.58	0.015*
	ja	2	11.11	16	88.89	

3.2.5 Dumping-Syndrom

3.2.5.1 Dumping und Compliance

Patienten mit einem Dumping-Syndrom hatten signifikant häufiger eine gute Compliance. Fünf der sechs Patienten mit Dumping zeigten eine gute Compliance, der sechste eine mittlere (Tabelle 3.29).

Tabelle 3.29 Dumping und Compliance

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, $n = 143$, die Prozentangabe bezieht sich auf das Dumping, p aus dem Chi-Quadrat-Test

Dumping	Compliance						p
	gut		mittel		schlecht		
	n	%	n	%	n	%	
ja	5	83.33	1	16.67	0	0.00	0.033*
nein	48	35.04	51	37.23	38	27.74	

3.2.5.2 Dumping und BMI

Der präoperative BMI der Patienten mit Dumping war durchschnittlich niedriger ($46,8 \pm 4,1 \text{ kg/m}^2$) als der BMI der Patienten, die nicht unter Dumping litten ($51,6 \pm 7,1 \text{ kg/m}^2$). Dies ergab allerdings keine statistische Signifikanz (p -Wert von 0,063 im U-Test nach Mann und Whitney). In Abbildung 3.16 sind die Patienten in die vier Kategorien nein = kein Dumping, Frühdumping, Spätdumping sowie Früh- und Spätdumping aufgeteilt.

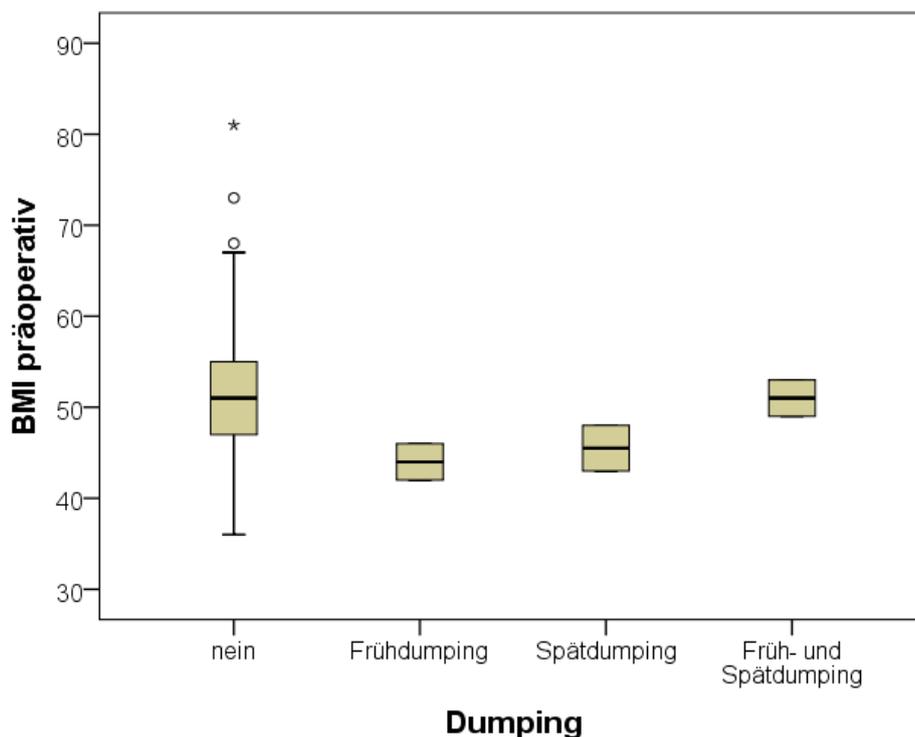


Abbildung 3.16 Dumping und BMI

Jede Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Die Whisker zeigen die Daten in den Außenbereichen an. Ausreißer sind als Kreis und extreme Ausreißer als Stern gekennzeichnet. Der Balken in der Mitte der Box ist der Median.

3.2.5.3 Dumping und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Patienten mit einem postoperativen Dumping-Syndrom hatten statistisch seltener eine Hypertonie (Tabelle 3.30).

Alle anderen Begleiterkrankungen zeigten keinen signifikanten Zusammenhang mit einem Dumping-Syndrom.

Tabelle 3.30 Dumping und Hypertonie

Anzahl und Prozentsatz der Patienten, n = 143, die Prozentangabe bezieht sich auf das Dumping, p aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy)

		Dumping				p
		ja		nein		
		n	%	n	%	
Hypertonie	ja	2	33.33	102	74.45	0.047* _{fy}
	nein	4	66.67	35	25.55	

3.2.6 Postoperative Komplikationen

Bei der Analyse postoperativer Komplikationen und Adipositas-assoziiierter Begleiterkrankungen zeigte sich, dass insbesondere bei Patienten ohne antihypertensive Medikation und bei Patienten ohne Belastungsdyspnoe postoperative Komplikationen auftraten (Tabelle 3.31).

Bei allen anderen Begleiterkrankungen ließ sich keine signifikante Korrelation mit postoperativen Komplikationen nachweisen.

Tabelle 3.31 Postoperative Komplikationen und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Anzahl und Prozentsatz der Patienten (n), Belastungsdyspnoe, Antihypertonika, die Prozentangabe bezieht sich auf die Komplikationen, p aus dem Chi-Quadrat-Test bzw. aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy)

		n	%	n	%	p
		Komplikationen				
		ja		nein		
Antihypertonika (n = 134)	ja	8	36.36	68	60.71	0.036*
	nein	14	63.64	44	39.29	
Belastungsdyspnoe (n = 143)	ja	4	18.18	52	42.98	0.022*
	nein	18	81.82	69	57.02	
		Minor Komplikationen				
		ja		nein		
Antihypertonika (n = 134)	ja	6	37.50	70	59.32	0.10
	nein	10	62.50	48	40.68	
		Major Komplikationen				
		ja		nein		
Antihypertonika (n = 134)	ja	2	25.00	74	58.73	0.076 _{fy}
	nein	6	75.00	52	41.27	
Belastungsdyspnoe (n = 143)	ja	0	0.00	56	41.48	0.023* _{fy}
	nein	8	100.00	79	58.52	

3.2.7 Postoperative Mangelzustände

3.2.7.1 Eisenmangel und Geschlecht

17 der 40 männlichen Patienten (42,5%) zeigten einen postoperativen Eisenmangel und einer (2,5%) einen Eisenüberschuss. Die übrigen 22 Männer (55%) lagen im Normbereich. Bei den Patientinnen hatten nur 11 von 93 (12%) einen Eisenmangel, 5 (5%) einen Eisenüberschuss und 77 (83%) lagen mit den Eisenwerten im Normbereich. Der Unterschied ist hochsignifikant mit $p = 0,00060***$ im Chi-Quadrat-Test.

3.2.7.2 Mangelzustände und Compliance

In der folgenden Tabelle sind Mangelzustände in Korrelation mit der präoperativen Compliance aufgetragen. Signifikant war hier der Zusammenhang mit postoperativem Vitamin B12-Mangel und Albuminmangel (Tabelle 3.32).

Patienten mit guter Compliance hatten keinen postoperativen Vitamin B12-Mangel. Bei sieben Patienten mit mittlerer und schlechter Compliance trat ein Vitamin B12-Mangel auf (Abbildung 3.17).

Wenn man beim postoperativen Albuminmangel die Gruppen mit guter und mit mittlerer Compliance zusammenfasst, dann ist der Unterschied zu der Gruppe mit schlechter Compliance signifikant ($p = 0,022^*$). Ein Albuminmangel trat hier vor allem bei Patienten mit schlechter Compliance auf (Abbildung 3.18).

Tabelle 3.32 Mangelzustände und Compliance

Anzahl (n) und Prozentsatz der Patienten, die Prozentangabe bezieht sich auf die Compliance, p aus dem Chi-Quadrat-Test bzw. aus dem exakten Test nach Mehta und Patel (mp)

		Compliance						p
		gut		mittel		schlecht		
		n	%	n	%	n	%	
Vitamin B12 (n = 130)	Mangel	0	0.00	3	6.00	4	14.81	0.0031**
	Norm	40	75.47	42	84.00	22	81.48	
	Überschuss	13	24.53	5	10.00	1	3.70	
Vitamin D 25 OH (n = 103)	schwerer M.	2	3.92	3	8.33	3	18.75	0.61
	mäßiger M.	20	39.22	15	41.67	7	43.75	
	leichter M.	13	25.49	10	27.78	3	18.75	
	normal	16	31.37	8	22.22	3	18.75	
PTH (n = 104)	Mangel	2	3.92	2	5.41	0	0.00	0.12 _{mp}
	Norm	41	80.39	21	56.76	12	75.00	
	Überschuss	8	15.69	14	37.84	4	25.00	
Hb (n = 136)	Mangel	15	28.30	18	34.62	6	19.35	0.30 _{mp}
	Norm	37	69.81	31	59.62	25	80.65	
	Überschuss	1	1.89	3	5.77	0	0.00	
Eisen (n = 133)	Mangel	11	21.15	11	21.57	6	20.00	0.98
	Norm	39	75.00	37	72.55	23	76.67	
	Überschuss	2	3.85	3	5.88	1	3.33	
Gesamteiweiß (n = 110)	Mangel	15	31.91	17	38.64	7	36.84	0.79
	Norm	32	68.09	27	61.36	12	63.16	
Albumin (n = 133)	Mangel	2	4.00	1	2.38	4	19.05	0.055
	Norm	48	96.00	41	97.62	17	80.95	

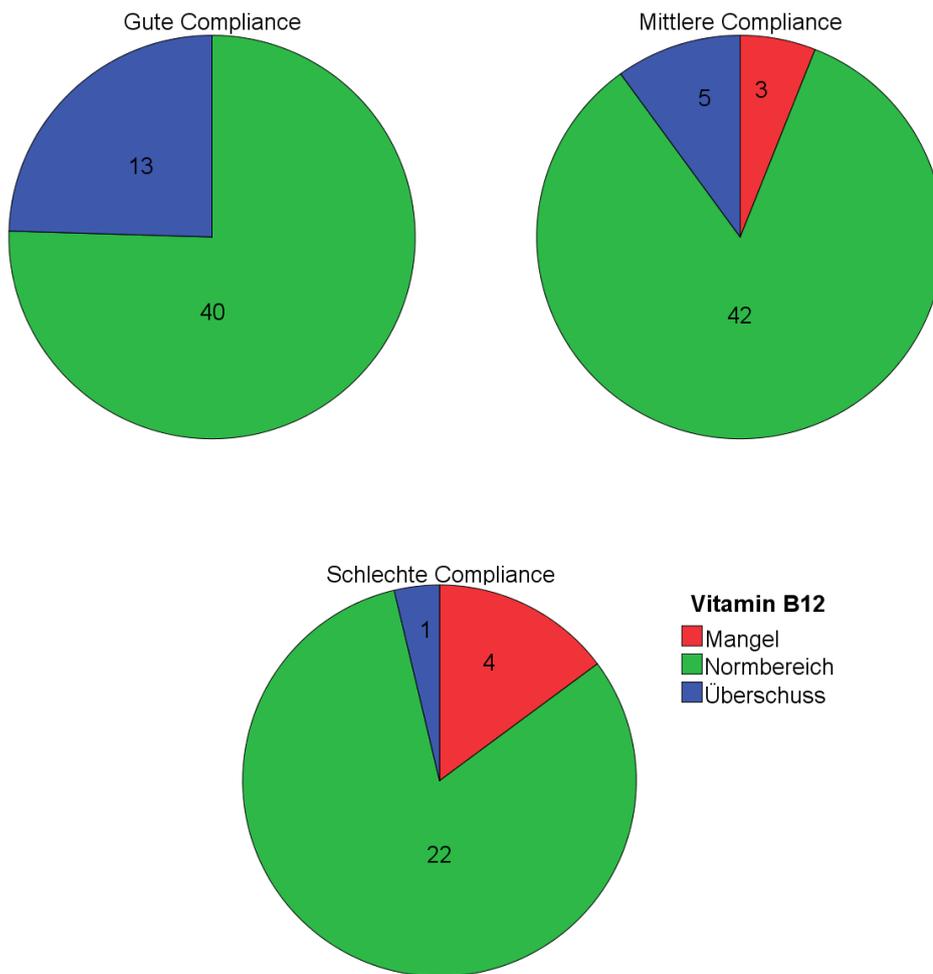
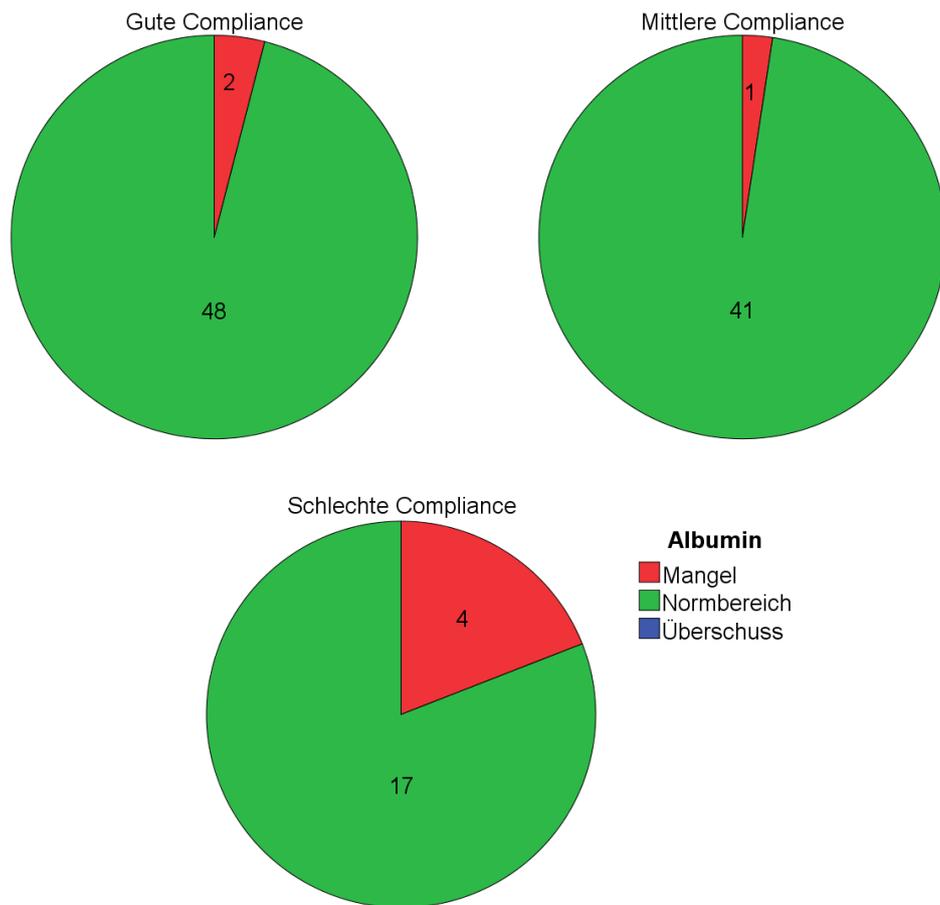


Abbildung 3.17 Vitamin B12-Mangel und Compliance
Die Sektoren stellen die Anzahl der Patienten dar



*Abbildung 3.18 Albuminmangel und Compliance
Die Sektoren stellen die Anzahl der Patienten dar*

3.2.7.3 Mangelzustände und präoperativer BMI

Tabelle 3.33 zeigt die Korrelation der Stufen der Mangelzustände mit dem BMI. Die Versorgung mit Vitamin D 25 OH ist in fünf Stufen eingeteilt: 1 = schwerer Mangel, 2 = mäßiger Mangel, 3 = leichter Mangel, 4 = Normbereich, 5 = Überschuss. Die übrigen Werte sind in drei Stufen eingeteilt: 1 = Mangel, 2 = Normbereich, 3 = Überschuss.

Je höher der BMI vor der Operation war, desto häufiger war nach einem Jahr ein Mangel an Vitamin B12, Vitamin D 25 OH und Albumin.

Tabelle 3.33 Mangelzustände und präoperativer BMI

Anzahl der Patienten, tau und p aus der Kendallschen Rangkorrelation

Mangelzustände	n	tau	p
Vitamin B12	130	-0.1189	0.045*
Vitamin D 25 OH	103	-0.1449	0.030*
PTH	104	0.0905	0.17
Hb	136	0.0513	0.38
Eisen	133	-0.0559	0.34
Gesamteiweiß	110	0.0864	0.18
Albumin	113	-0.1920	0.0026**

3.3 Multivariate Analyse/Logistische Regression und Score

Die logistische Regression wird mit absteigender Prediktorenzahl durchgeführt, wobei der jeweils schlechteste Prediktor (schlechtester p-Wert) beim nächsten Rechenschritt weggelassen und anschließend mit den übrigen Prediktoren eine erneute Berechnung vorgenommen wird. Die folgenden Tabellen zeigen die endgültigen Ergebnisse mit allen signifikanten p-Werten sowie, wenn vorhanden, die erste Tabelle der Berechnungen, bei der alle Ergebnisse einen p-Wert < 0,1 aufweisen.

Der Score setzt sich aus der Summe der β -Werte und Kodierungen der signifikanten Variablen zusammen und wird für jede Zielvariable extra berechnet (siehe unten).

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Hierfür wurden folgende Kodierungen verwendet:

Geschlecht: männlich = 1, weiblich = 2

Familienstand: alleine lebend = 0, mit Partner lebend = 1

Compliance: gut = 1, mittel = 2, schlecht = 3

Vorbehandlung und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen: nein = 0, ja = 1

Dumping und chirurgische Komplikationen: nein = 0, ja = 1

Non Responder, Mangelzustände: nein = 0, ja = 1

Präoperative Laborwerte: erniedrigt = 1, normwertig = 2

3.3.1 Non Responder Gewichtsreduktion

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.34 Non Responder Gewichtsreduktion

Logistische Regression mit p-Werten < 0,1 und fünf Prediktoren

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	127	-7.439	1.670				
Compliance	127	1.399	0.490	4.0517	1.5514	10.5815	0.004**
Vorbehandlung	127	2.459	0.860	11.6946	2.1676	63.0944	0.004**
Hypertonie	127	1.506	0.870	4.5087	0.8201	24.7879	0.083
Schlafapnoe	127	-1.359	0.758	0.2569	0.0582	1.1343	0.073
Belastungs- dyspnoe	127	2.487	0.817	12.0306	2.4266	59.6450	0.002**

Tabelle 3.35 Non Responder Gewichtsreduktion mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und drei Prediktoren

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	127	-5.866	1.215				
Compliance	127	1.161	0.429	3.1935	1.3788	7.3964	0.007**
Vorbehandlung	127	2.199	0.773	9.0154	1.9817	41.0146	0.004**
Belastungs- dyspnoe	127	2.081	0.723	8.0102	1.9434	33.0152	0.004**

In Tabelle 3.35 ist ersichtlich, dass eine schlechte präoperative Compliance, eine Vorbehandlung und präoperative Belastungsdyspnoe signifikant mit einem Non Responding bezüglich Gewichtsreduktion assoziiert waren. Das Risiko für das Non Responding erhöht sich bei schlechter Compliance 3-fach im Vergleich zu Patienten mit

einer mittleren Compliance und 6-fach im Vergleich zu Patienten mit guter Compliance, nach Vorbehandlung 9-fach und bei vorhandener Belastungsdyspnoe 8-fach.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Compliance \times Kodierung Compliance) + (β Vorbehandlung \times Kodierung Vorbehandlung) + (β Belastungsdyspnoe \times Kodierung Belastungsdyspnoe)

Beispielrechnung für einen Patienten mit Vorbehandlung, Belastungsdyspnoe und schlechter Compliance:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(-5,866 + (1,161 \times 3) + (2,199 \times 1) + (2,081 \times 1))})}$$

$$P = 0,8695 = 87,0\%$$

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.36 Score Non Responder Gewichtsreduktion

Vorhersage in % für ein Non Responding bezüglich Gewichtsreduktion mit den signifikanten Prediktoren Vorbehandlung, Belastungsdyspnoe und Compliance, n = 127

	Vorbehandlung	Belastungsdyspnoe	Compliance	Non Responder Gewichtsreduktion von n	n	Score
1	nein	nein	gut	0	23	0.9%
2	nein	nein	mittel	2	25	2.8%
3	nein	ja	gut	1	25	6.8%
4	ja	nein	gut	0	2	7.5%
5	nein	nein	schlecht	0	14	8.4%
6	nein	ja	mittel	3	15	18.8%
7	ja	nein	mittel	2	5	20.7%
8	ja	ja	gut	0	0	39.5%
9	nein	ja	schlecht	4	8	42.5%
10	ja	nein	schlecht	2	6	45.4%
11	ja	ja	mittel	1	2	67.6%
12	ja	ja	schlecht	2	2	87.0%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 6 und 7 mit $p = 0,0000041^{***}$ im Chi-Quadrat-Test.

Für ein Non Responding bezüglich Gewichtsreduktion spricht demnach:

Vorbehandlung (außer Vorbehandlung bei guter Compliance ohne Belastungsdyspnoe) oder
keine Vorbehandlung bei schlechter Compliance mit Belastungsdyspnoe

3.3.2 Non Responder Diabetes

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen (außer Diabetes), Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP),

Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.37 Non Responder Diabetes mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	41	1.191	0.882				
Familienstand	41	-1.882	0.925	6.5703 [#]	0.0248	0.9332	0.042*
Berufsgruppe nach ISEI	41	-0.058	0.026	1.0598 [#]	0.8961	0.9936	0.028*

Alleinstehende Patienten haben laut Tabelle 3.37 ein 7-fach größeres Risiko für ein Non Responding bezüglich Diabetes. Je höher der ISEI-Wert, umso geringer ist das Risiko (wenn sich der ISEI-Wert um eine Einheit erhöht, ist das Risiko 1-fach niedriger).

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Familienstand \times Kodierung Familienstand) + (β ISEI \times ISEI)

Beispielrechnung für einen Patienten mit Partner und einem ISEI von 65:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(1,191 + (-1,882 \times 1) + (-0,058 \times 65))})}$$

P = 0,0114 = 1,1%

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.38 Score Non Responder Diabetes

Vorhersage in % für ein Non Responding bezüglich Diabetes mit den signifikanten Prediktoren Familienstand und Berufsgruppe nach ISEI, n = 120

	Familienstand	Berufsgruppe nach ISEI	Non Responder Diabetes von n	n	Score
1	mit Partner	67	0	1	1,0%
2	mit Partner	65	0	1	1,1%
3	mit Partner	54	0	1	2,0%
4	mit Partner	51	0	3	2,4%
5	mit Partner	49	0	1	2,7%
6	mit Partner	47	0	1	3,0%
7	mit Partner	45	0	1	3,4%
8	mit Partner	43	0	7	3,8%
9	alleine lebend	74	0	1	4,0%
10	mit Partner	39	0	2	4,8%
11	mit Partner	36	0	3	5,7%
12	alleine lebend	67	0	1	5,9%
13	mit Partner	34	0	5	6,3%
14	mit Partner	32	0	4	7,1%
15	mit Partner	31	0	3	7,4%
16	mit Partner	30	0	1	7,9%
17	alleine lebend	61	0	1	8,3%
18	mit Partner	29	0	2	8,3%
19	mit Partner	27	0	1	9,2%
20	mit Partner	25	1	19	10,3%
21	alleine lebend	55	1	1	11,4%
22	mit Partner	20	0	2	13,3%
23	alleine lebend	51	0	6	14,0%

24	mit Partner	16	0	1	16,3%
25	alleine lebend	39	0	2	24,8%
26	alleine lebend	36	0	3	28,2%
27	alleine lebend	34	0	4	30,7%
28	alleine lebend	33	0	1	32,0%
29	mit Partner	0	4	20	33,4%
30	alleine lebend	31	0	1	34,6%
31	alleine lebend	30	0	1	35,9%
32	alleine lebend	25	0	10	42,9%
33	alleine lebend	23	0	1	45,9%
34	alleine lebend	16	1	2	56,1%
35	alleine lebend	0	3	6	76,7%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 33 und 34 mit $p = 0,0015^{**}$ im Chi-Quadrat-Test.

Für ein Non Responding bezüglich Diabetes spricht demnach:

Alleine lebend mit einem ISEI ≤ 16

3.3.3 Non Responder Hypertonie

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen (außer Hypertonie), Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Bei den Patienten mit einem Non Responding bezüglich einer Hypertonie ergaben sich keinerlei signifikante Korrelationen in der multivariaten Analyse.

3.3.4 Dumping-Syndrom

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.39 Dumping

Logistische Regression mit p-Werten < 0,1 und fünf Prediktoren

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	143	12.115	6.570				
Compliance	143	-2.629	1.226	0.0721	0.0065	0.7972	0.032*
BMI	143	-0.226	0.128	0.7975	0.6199	1.0259	0.078
Diabetes	143	-3.181	1.548	0.0415	0.0020	0.8626	0.040*
Gelenkbeschw.	143	-2.391	1.159	0.0916	0.0094	0.8874	0.039*
Schlafapnoe	143	2.745	1.323	15.5638	1.1648	207.95	0.038*

Tabelle 3.40 Dumping mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	143	1.025	1.368				
Compliance	143	-2.088	1.010	8.0710 [#]	0.0171	0.8968	0.039*
Gelenkbeschw.	143	-2.010	0.923	7.4627 [#]	0.0219	0.8187	0.030*

In Tabelle 3.40 erkennt man einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Dumping mit einer guten präoperativen Compliance sowie fehlenden Gelenkbeschwerden. Eine gute Compliance des Patienten erhöht das Risiko für ein Dumping 8-fach im Vergleich zu Patienten mit einer mittleren Compliance und 16-fach im Vergleich zu Patienten mit einer schlechten Compliance, fehlende Gelenkbeschwerden 7-fach.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Compliance \times Kodierung Compliance) + (β Gelenkbeschwerden \times Kodierung Gelenkbeschwerden)

Beispielrechnung für einen Patienten mit guter Compliance und Gelenkbeschwerden:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(1,025 + (-2,088 \times 1) + (-2,010 \times 1))})}$$

$$P = 0,0442 = 4,4\%$$

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.41 Score Dumping

Vorhersage in % für ein Dumping mit den signifikanten Prediktoren Compliance und Gelenkbeschwerden, n = 143

	Compliance	Gelenkbeschwerden	Dumping von n	n	Score
1	schlecht	ja	0	21	0,1%
2	schlecht	nein	0	17	0,5%
3	mittel	ja	0	38	0,6%
4	mittel	nein	1	14	4,1%
5	gut	ja	2	40	4,4%
6	gut	nein	3	13	25,7%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 5 und 6 mit $p = 0,010^*$ im Chi-Quadrat-Test.

Für die Entwicklung eines Dumpings spricht demnach:

Gute Compliance ohne Gelenkbeschwerden

3.3.5 Postoperative Komplikationen

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische

Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.42 Postoperative Komplikationen mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	143	0.572	0.983				
Hb präoperativ	143	-1.074	0.542	2.9265 [#]	0.1181	0.9883	0.048*
Belastungs- dyspnoe	143	-1.239	0.590	3.4530 [#]	0.0912	0.9199	0.036*

Hier lässt sich zeigen, dass ein präoperativ erniedrigter Hb-Wert sowie fehlende Belastungsdyspnoe vermehrt mit postoperativen Komplikationen assoziiert waren (Tabelle 3.42). Somit erhöht sich das Risiko für postoperative Komplikationen bei erniedrigtem präoperativem Hb-Wert 3-fach und bei fehlender Belastungsdyspnoe ebenfalls 3-fach.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Hb präoperativ \times Kodierung Hb präoperativ) + (β Belastungsdyspnoe \times Kodierung Belastungsdyspnoe)

Beispielrechnung für einen Patienten mit einem präoperativ erniedrigten Hb mit Belastungsdyspnoe:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(0,572+(-1,074 \times 1)+(-1,239 \times 1))})}$$

P = 0,1492 = 14,9%

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.43 Score Postoperative Komplikationen

Vorhersage in % für postoperative Komplikationen mit den signifikanten Prediktoren Hb präoperativ und Belastungsdyspnoe, n = 143

	Hb präoperativ	Belastungsdyspnoe	Postoperative Komplikationen von n	n	Score
1	normwertig	ja	4	47	5,7%
2	erniedrigt	ja	0	9	14,9%
3	normwertig	nein	11	72	17,1%
4	erniedrigt	nein	7	15	37,7%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 3 und 4 mit $p = 0,0023^{**}$ im Chi-Quadrat-Test.

Für die Entstehung von postoperativen Komplikationen spricht demnach:

Erniedrigter präoperativer Hb-Wert ohne Belastungsdyspnoe

3.3.6 Postoperative Mangelzustände

3.3.6.1 Vit. B12 Mangel

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.44 Vit. B12 Mangel mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	130	-10.018	3.675				
BMI	130	0.161	0.068	1.1746	1.0274	1.3430	0.019*
Gelenkbeschw.	130	-3.410	1.209	30.3030 [#]	0.0031	0.3534	0.005**

Wie in obiger Tabelle zu sehen ist, waren ein hoher präoperativer BMI und fehlende Gelenkbeschwerden mit einem postoperativen Vit. B12-Mangel assoziiert. Das Risiko für einen Vit. B12-Mangel erhöht sich pro 1 kg/m² BMI 1-fach, bei fehlenden Gelenkbeschwerden 30-fach.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β BMI \times BMI) + (β Gelenkbeschwerden \times Kodierung Gelenkbeschwerden)

Beispielrechnung für einen Patienten mit einem BMI von 53 kg/m² und Gelenkbeschwerden:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(-10,018+(0,161 \times 53)+(-3,410 \times 1))})}$$

$$P = 0,0074 = 0,7\%$$

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.45 Score Vitamin B12 Mangel

Vorhersage in % für einen Vitamin B12 Mangel mit den signifikanten Prediktoren BMI und Gelenkbeschwerden, n = 130

	BMI	Gelenkbeschwerden	Vitamin B12 Mangel von n	n	Score
1	36	ja	0	1	0,0%
2	38	ja	0	1	0,1%
3	39	ja	0	1	0,1%
4	40	ja	0	1	0,1%
5	41	ja	0	3	0,1%
6	42	ja	0	3	0,1%
7	43	ja	0	2	0,1%
8	44	ja	0	4	0,2%
9	45	ja	0	3	0,2%
10	46	ja	0	4	0,2%
11	47	ja	0	2	0,3%
12	48	ja	0	3	0,3%
13	49	ja	0	6	0,4%
14	50	ja	0	4	0,5%
15	51	ja	0	9	0,5%
16	52	ja	0	7	0,6%
17	53	ja	0	8	0,7%
18	54	ja	1	6	0,9%
19	55	ja	0	3	1,0%
20	56	ja	0	2	1,2%
21	57	ja	0	3	1,4%
22	37	nein	0	1	1,7%
23	59	ja	0	4	1,9%
24	60	ja	0	3	2,3%
25	61	ja	0	1	2,6%

26	62	ja	0	2	3,1%
27	41	nein	0	1	3,2%
28	63	ja	0	3	3,6%
29	42	nein	0	2	3,7%
30	64	ja	0	1	4,2%
31	43	nein	0	2	4,3%
32	44	nein	0	1	5,0%
33	45	nein	1	1	5,9%
34	67	ja	0	1	6,7%
35	46	nein	0	2	6,8%
36	47	nein	0	4	7,9%
37	48	nein	0	5	9,2%
38	49	nein	0	2	10,6%
39	50	nein	0	2	12,3%
40	51	nein	1	2	14,1%
41	73	ja	0	1	15,8%
42	53	nein	0	2	18,5%
43	54	nein	0	4	21,0%
44	56	nein	2	2	26,9%
45	58	nein	0	1	33,6%
46	59	nein	0	1	37,3%
47	60	nein	0	1	41,1%
48	61	nein	1	1	45,1%
49	68	nein	1	1	71,7%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 43 und 44 mit $p = 0,00010^{***}$ im Chi-Quadrat-Test.

Für die Entwicklung eines postoperativen Vitamin B12 Mangels spricht demnach:

BMI \geq 56 ohne Gelenkbeschwerden

3.3.6.2 Erhöhtes PTH

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.46 Erhöhtes PTH mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	104	-8.962	2.997				
Alter	104	0.071	0.027	1.0734	1.0172	1.1328	0.010**
BMI	104	0.090	0.042	1.0944	1.0079	1.1884	0.032*

Ein erhöhter postoperativer PTH-Wert geht signifikant mit höherem Alter (Risiko pro Lebensjahr um Faktor 1 erhöht) und hohem präoperativen BMI einher (Risiko um Faktor 1 erhöht pro 1 kg/m² BMI), siehe Tabelle 3.46.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

$$\text{Summe} = \beta \text{ Basis} + (\beta \text{ Alter} \times \text{Alter}) + (\beta \text{ BMI} \times \text{BMI})$$

Beispielrechnung für einen Patienten mit einem Alter von 27 Jahren und einem BMI von 42 kg/m²:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(-8,962+(0,071 \times 27)+(0,090 \times 42)})}$$

$$P = 0,0368 = 3,7\%$$

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.47 Score Erhöhtes PTH

Vorhersage in % für ein erhöhtes PTH mit den signifikanten Prediktoren Alter und BMI, n = 104

	Alter	BMI	Erhöhtes PTH von n	n	Score
1	16	43	0	1	1,9%
2	27	42	0	1	3,7%
3	38	38	0	1	5,5%
4	27	48	0	1	6,2%
5	38	41	0	1	7,1%
6	24	53	0	1	7,7%
7	31	48	1	1	8,0%
8	34	46	1	1	8,3%
9	18	59	0	1	8,5%
10	40	42	0	1	8,8%
11	34	48	0	1	9,7%
12	39	44	0	1	9,7%
13	33	49	0	1	9,9%
14	42	43	0	1	10,8%
15	41	44	0	1	11,0%
16	35	49	0	1	11,2%
17	44	43	0	1	12,3%
18	33	52	0	1	12,6%
19	32	53	0	1	12,8%
20	38	49	1	1	13,5%
21	28	57	0	1	13,7%
22	42	46	0	1	13,7%
23	30	56	0	1	14,3%
24	49	41	0	1	14,3%

25	27	59	0	1	15,0%
26	44	46	0	1	15,5%
27	34	54	0	1	15,6%
28	42	48	0	1	16,0%
29	51	41	0	1	16,1%
30	41	49	0	1	16,2%
31	54	39	0	1	16,5%
32	30	58	0	1	16,6%
33	35	54	0	1	16,6%
34	39	51	0	1	16,8%
35	37	53	0	1	17,3%
36	41	50	0	1	17,5%
37	40	51	1	1	17,8%
38	25	63	0	1	18,0%
39	44	48	0	1	18,0%
40	43	49	1	1	18,3%
41	42	50	0	1	18,5%
42	37	54	0	1	18,6%
43	27	62	0	1	18,8%
44	45	48	0	1	19,0%
45	41	52	0	2	20,2%
46	49	46	0	1	20,7%
47	43	51	1	1	21,1%
48	51	45	0	1	21,6%
49	46	49	0	1	21,7%
50	43	52	0	1	22,6%
51	52	45	0	1	22,8%
52	42	53	0	1	23,0%
53	34	60	1	1	24,1%
54	29	64	0	1	24,2%
55	57	42	0	1	24,3%

56	34	61	1	1	25,8%
57	45	53	0	2	27,0%
58	67	36	0	1	27,6%
59	43	55	1	1	27,7%
60	57	44	0	1	27,8%
61	38	59	0	1	27,8%
62	47	52	1	1	28,0%
63	51	49	0	1	28,3%
64	60	42	1	1	28,5%
65	47	53	0	1	29,8%
66	55	47	0	2	30,4%
67	40	59	1	1	30,7%
68	53	49	0	1	31,2%
69	57	46	1	1	31,5%
70	52	50	1	1	31,6%
71	47	54	1	2	31,8%
72	51	51	0	1	32,1%
73	60	44	1	1	32,3%
74	48	54	1	1	33,3%
75	57	47	1	2	33,5%
76	52	51	0	1	33,6%
77	56	48	0	1	33,9%
78	37	63	0	1	34,0%
79	46	56	0	1	34,2%
80	53	51	0	1	35,2%
81	52	52	1	1	35,7%
82	61	45	1	1	35,9%
83	54	51	0	1	36,9%
84	49	55	0	1	37,0%
85	51	54	1	1	38,2%
86	45	60	0	1	40,9%

87	54	53	0	1	41,1%
88	53	54	0	1	41,6%
89	50	57	0	1	43,0%
90	59	50	0	1	43,2%
91	46	61	1	1	44,9%
92	55	54	0	1	45,1%
93	56	54	1	1	46,9%
94	60	51	0	1	47,2%
95	55	56	0	1	49,6%
96	44	67	0	1	54,8%
97	65	51	1	1	56,0%
98	64	53	1	1	58,7%
99	39	73	1	1	59,3%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 88 und 89.

Für die Entwicklung eines postoperativ erhöhten PTH-Wertes spricht demnach:

$$(0,789 \times \text{Alter} + \text{BMI}) > 96,13$$

3.3.6.3 Hb Mangel

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.48 Hb Mangel mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	136	3.453	1.153				
Geschlecht	136	-0.959	0.418	2.6089 [#]	0.1688	0.8701	0.022*
Hb präoperativ	136	-1.536	0.500	4.6468 [#]	0.0808	0.5730	0.002**

Signifikante Ergebnisse erbrachte eine Korrelation von postoperativem Hb-Mangel mit dem Geschlecht und dem präoperativen Hb (Tabelle 3.48). Mit 3-fachem Risiko korreliert ein männliches Geschlecht und mit 5-fachem Risiko ein erniedrigter präoperativer Hb-Wert mit einem postoperativen Hb-Mangel.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Geschlecht \times Kodierung Geschlecht) + (β Hb präoperativ \times Kodierung Hb präoperativ)

Beispielrechnung für einen männlichen Patienten mit präoperativ erniedrigtem Hb:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(3,453 + (-0,959 \times 1) + (-1,536 \times 1))})}$$

$$P = 0,7227 = 72,3\%$$

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.49 Score Hb Mangel

Vorhersage in % für einen Hb Mangel mit den signifikanten Prediktoren Geschlecht und Hb präoperativ, n = 136

	Geschlecht	Hb präoperativ	Hb Mangel von n	n	Score
1	weiblich	normwertig	14	82	17,7%
2	männlich	normwertig	12	32	35,9%
3	weiblich	erniedrigt	7	13	50,0%
4	männlich	erniedrigt	6	9	72,3%

Für die Entwicklung eines postoperativen Hb-Mangels spricht demnach:

Männliches Geschlecht oder weibliches Geschlecht mit präoperativ erniedrigtem Hb

3.3.6.4 Albuminmangel

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.50 Albuminmangel

Logistische Regression mit p-Werten < 0,1 und drei Prediktoren

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	113	-7.387	3.709				
Compliance	113	0.990	0.579	2.6921	0.8652	8.3766	0.087
BMI	113	0.102	0.060	1.1071	0.9837	1.2459	0.091
Hb präoperativ	113	-1.585	0.902	0.2049	0.0350	1.1995	0.079

Tabelle 3.51 Albuminmangel mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	113	-2.136	1.705				
Compliance	113	1.173	0.590	3.2327	1.0169	10.2760	0.047*
Hb präoperativ	113	-1.709	0.869	5.5249 [#]	0.0330	0.9942	0.049*

In Tabelle 3.51 ist ersichtlich, dass eine schlechte präoperative Compliance (mit 3-fach erhöhtem Risiko im Vergleich zu Patienten mit einer mittleren Compliance) und ein erniedrigter präoperativer Hb-Wert (mit 6-fach erhöhtem Risiko) mit einem postoperativen Albuminmangel vergesellschaftet sind.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Compliance \times Kodierung Compliance) + (β Hb präoperativ \times Kodierung Hb präoperativ)

Beispielrechnung für einen Patienten mit schlechter Compliance und präoperativ erniedrigtem Hb:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(-2,136 + (1,173 \times 3) + (-1,709 \times 1))})}$$

P = 0,4192 = 41,9%

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.52 Score Albuminmangel

Vorhersage in % für einen Albuminmangel mit den signifikanten Prediktoren Compliance und Hb präoperativ, n = 113

	Compliance	Hb präoperativ	Albuminmangel von n	n	Score
1	gut	normwertig	1	42	1,2%
2	mittel	normwertig	1	33	3,9%
3	gut	erniedrigt	1	8	6,5%
4	schlecht	normwertig	2	19	11,6%
5	mittel	erniedrigt	0	9	18,3%
6	schlecht	erniedrigt	2	2	41,9%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 5 und 6 mit p = 0,0033** im Chi-Quadrat-Test.

Für die Entwicklung eines postoperativen Albuminmangels spricht demnach:

Schlechte Compliance mit präoperativ erniedrigtem Hb-Wert

3.3.6.5 Mangelzustände insgesamt

Bei den postoperativen Mangelzuständen insgesamt wurden Hb, Eisen, Gesamteiweiß, Albumin, Vit. B12 und Vit. D25-OH einbezogen.

Folgende präoperativen Variablen gingen in die Berechnung ein:

Geschlecht, Alter bei OP, Vorbehandlung, BMI, Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen, Anzahl der Antidepressiva, Depressionen, weitere psychiatrische Erkrankungen, Erstdiagnose des Diabetes (Anzahl der Jahre bis zur OP), Anzahl der oralen Antidiabetika/Insuline, Laborwerte (HbA1c, Hb, Gesamteiweiß, Albumin), Antihypertonika (Anzahl der verschiedenen Substanzklassen), Beruf (ISEI), Familienstand, Compliance.

Tabelle 3.53 Mangelzustände insgesamt mit Signifikanz

Logistische Regression mit signifikanten p-Werten und zwei Prediktoren, # = 1/OR

Prediktoren	n	β	Str (β)	OR	95% CI		p (chi)
Basis	143	1.812	0.570				
Compliance	143	-0.557	0.252	1.7458 [#]	0.3492	0.9394	0.027*
Belastungs- dyspnoe	143	0.915	0.436	2.4973	1.0623	5.8707	0.036*

Patienten mit guter präoperativer Compliance haben laut Tabelle 3.53 im Vergleich zu Patienten mit einer mittleren Compliance ein 2-fach erhöhtes Risiko und im Vergleich zu Patienten mit einer schlechten Compliance ein 4-fach erhöhtes Risiko, einen postoperativen Mangelzustand zu entwickeln. Patienten mit Belastungsdyspnoe haben ebenfalls ein 2-fach erhöhtes Risiko.

$$\text{Score: } P = \frac{1}{(1 + e^{-\text{Summe}})}$$

Summe = β Basis + (β Compliance \times Kodierung Compliance) + (β Belastungsdyspnoe \times Kodierung Belastungsdyspnoe)

Beispielrechnung für einen Patienten mit guter Compliance und Belastungsdyspnoe:

$$P = \frac{1}{(1 + e^{-(1,812+(-0,557 \times 1)+(0,915 \times 1))})}$$

P = 0,8975 = 89,8%

Hieraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.54 Score Mangelzustände insgesamt

Vorhersage in % für Mangelzustände insgesamt mit den signifikanten Prediktoren Compliance und Belastungsdyspnoe, n = 143

	Compliance	Belastungsdyspnoe	Mangelzustände insgesamt von n	n	Score
1	schlecht	nein	12	24	53,5%
2	mittel	nein	26	35	66,8%
3	schlecht	ja	9	14	74,2%
4	gut	nein	20	28	77,8%
5	mittel	ja	16	17	83,4%
6	gut	ja	22	25	89,8%

Die signifikanteste Trennung liegt zwischen Nr. 4 und 5 mit $p = 0,0015^{**}$ im Chi-Quadrat-Test.

Für die Entwicklung von postoperativen Mangelzuständen insgesamt spricht demnach:

Belastungsdyspnoe bei mittlerer und guter Compliance
--

4 Diskussion

4.1 Fragestellung, Studiendesign und Methoden

Diese Studie hatte zum Ziel, einen Score zu entwickeln, mit dessen Hilfe schon vor der geplanten Magenbypass-Operation anhand von Prediktoren abgeschätzt werden kann, welche Patienten mutmaßlich ein schlechtes Outcome haben werden. Mit diesem Score-Ergebnis könnte somit das Outcome im Sinne einer individuellen Nachsorge-Optimierung in Zukunft verbessert werden. Dies hätte eine bestmögliche Ressourcennutzung sowie einen besseren Gesundheitszustand des Patienten zur Folge, womit die Fragestellung der Studie deshalb eine erhebliche klinische Relevanz hat.

Im Vorfeld wurden prospektiv sämtliche präoperative Patientendaten (siehe 2.3.1) erhoben, welche die Patienten und deren Gesundheitszustand möglichst umfassend charakterisieren. Die vorhandenen Daten wurden retrospektiv nach Festlegung der Zielgrößen dieser Studie statistisch ausgewertet.

Ein großer Vorteil dieser Methode der Datenerfassung und –auswertung ist die Unkenntnis der Patienten zur späteren Nutzung der Daten, sodass die Patienten nicht durch das Wissen über die Studie beeinflusst werden konnten. Vorteilig ist ebenfalls die ethische Unbedenklichkeit der Arbeit.

Ein großer Nachteil dieses Studiendesigns ist sicherlich die retrospektive Auswertung der Daten. Hierbei konnten beispielsweise während der Anfertigung der Arbeit für sinnvoll erachtete präoperative Variablen (z. B. bestimmte präoperative Laborwerte) im Nachhinein nicht mehr erhoben werden. Auch vor der Studie festgelegte Definitionen der Prediktoren (z. B. Definition der Compliance und Belastungsdyspnoe) waren bereits festgelegt und konnten zum Zeitpunkt der Studiendurchführung nicht mehr optimiert werden. Hierauf wird in der folgenden Diskussion noch näher eingegangen.

Von den 147 operierten Patienten mussten vier von der Studie ausgeschlossen werden, da zwei verstorben waren und zwei weitere nicht an der Nachsorge teilnahmen. Somit wurde trotz der geringen Fallzahl ein sehr gutes Follow up mit 143 Patienten (97%) erreicht, die sich langfristig an der Nachsorge beteiligten.

Die Zielgrößen (siehe 2.3.2) wurden anhand der Überlegung festgelegt, welche Ziele man mit der Durchführung der Magenbypass-Operation erreichen will bzw. welche Komplikationen vermieden werden sollten. Die relevanten Ziele in der Bariatrie sind vor allem die Gewichtsreduktion und die Verbesserung der metabolischen Situation, die mit der Adipositas üblicherweise einhergeht. Somit wurden als Zielgrößen ein Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion, des Diabetes und der Hypertonie festgelegt. Zu vermeidende postoperative Ereignisse sind u. a. das Dumping-Syndrom, postoperative Komplikationen sowie Mangelzustände, welche weitere Zielgrößen darstellten.

4.2 Patientencharakteristika und präoperative Variablen

4.2.1 Alter, Geschlecht und BMI

Die älteren Patienten des Studienkollektivs hatten in der bivariaten Analyse einen niedrigeren BMI. Dies widerspricht einer repräsentativen Ausarbeitung des Robert Koch Instituts zum BMI der erwachsenen Wohnbevölkerung in Deutschland [75].

Dieser Widerspruch kann dadurch begründet sein, dass die Studie des Robert Koch Instituts durch die wesentlich höhere Personenzahl repräsentativer ist. Abgesehen davon wurden hier bereits Personen mit einem BMI ab 25 kg/m^2 (Übergewicht) eingeschlossen im Gegensatz zu unserer Studie, in welcher der leichteste Patient einen BMI von 36 kg/m^2 (Adipositas Grad II) aufwies.

Ein vergleichbares Ergebnis der beiden Studien lag allerdings bezüglich des geschlechtsspezifischen Altersverlaufs des BMI vor. Es zeigte sich hier der BMI bei den jungen männlichen Personen höher als bei den weiblichen.

4.2.2 BMI und orale Antidiabetika

Patienten, die orale Antidiabetika einnahmen, hatten einen signifikant niedrigeren präoperativen BMI. Das Ergebnis der Berechnungen entspricht dem allgemeinen Wissensstand der Medizin. Die Einnahme von bestimmten oralen Antidiabetika unterstützt die Gewichtsreduktion bei Diabetikern, so z.B. die Einnahme von Biguaniden (Metformin), α -Glucosidase-Hemmern und Natrium-Glucose-Cotransport-Inhibitoren (SGLT2). [76-79]

4.2.3 Alter und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Patienten mit Hypertonie waren im Mittel sieben Jahre älter als Patienten ohne Hypertonie. Diabetiker waren ebenfalls signifikant älter als Nicht-Diabetiker, im Mittel sieben Jahre. Dies entspricht den aktuellen Kenntnissen zu den jeweiligen Erkrankungen. Im Alter zwischen 20 und 39 Jahren tritt eine Hypertonie laut WHO beispielsweise bei jedem Zehnten und im Alter zwischen 50 und 59 Jahren bereits bei jedem Zweiten auf [80]. Die Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 lag in den Jahren 2009 und 2010 im Alter zwischen 20 und 79 Jahren bei 6,69% bis 8,68% und im Alter ≥ 80 Jahren bei 23,94 % bis 25,55% [81]. Alle sonstigen Adipositas-assoziierten Begleiterkrankungen zeigten keine signifikante Korrelation mit dem Alter.

4.2.4 Geschlecht und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Weibliche Patienten waren signifikant häufiger ohne Schlafapnoe und ohne LWS-Beschwerden und knapp signifikant häufiger ohne Belastungsdyspnoe als männliche Patienten. Eine große Studie mit 30824 metabolisch bzw. bariatrisch operierten Patienten erbrachte ähnliche Ergebnisse [82]. Auch hier ergab sich bei Männern eine höhere Inzidenz an Komorbiditäten.

4.2.5 Compliance und Alter/BMI/Depressionen

Die älteste Patientengruppe wies die am wenigsten gute präoperative Compliance auf. Ähnliche Ergebnisse erbrachte auch eine Studie zum Follow up nach Magenbypass mit 71 Patienten [83], in welcher die Compliance mit zunehmendem Alter der Patienten zurückging. Als Ursache hierfür kann spekuliert werden, dass ältere Personen aufgrund diverser Komorbiditäten mit zunehmendem Alter weniger mobil sind und deshalb die zahlreichen prä- und postoperativen Termine nicht mehr regelmäßig wahrnehmen können. Ein weiterer Grund für eine weniger gute Compliance im Alter könnte eine zunehmende Vergesslichkeit sein, sodass ebenfalls die Termine nicht mehr wahrgenommen werden oder gewisse Ernährungs- und Bewegungsregeln nicht eingehalten werden können. Dem gegenüber steht eine Studie mit 2658 Patienten nach Magenbypass, in welcher eher ein Zusammenhang zwischen jüngeren Patienten und einer schlechten Compliance festgestellt wurde [84].

Eine schlechte Compliance war in der hier vorliegenden Arbeit auch mit einem höheren präoperativen BMI vergesellschaftet. Denkbar wäre, dass Patienten gerade aufgrund der unzureichenden Mitarbeit im präoperativen Programm bei einer schlechten präoperativen Compliance auch mit einem höheren BMI zur OP erschienen. Hier zeigte sich in der zuletzt erwähnten Studie von Khorgami et al. ebenfalls ein entgegengesetztes Ergebnis [84].

Außerdem trat in dieser Arbeit eine signifikante Korrelation zwischen schlechter Compliance und dem Vorhandensein von Depressionen auf. Dieser Zusammenhang wurde bereits in anderen Studien beschrieben. Patienten mit Depressionen weisen häufig eine schlechte Compliance auf, insbesondere bei der Medikamenteneinnahme [85]. Die genauen Hintergründe sind unklar, vermutlich ist jedoch die Krankheit selbst Ursache der unzureichenden Compliance.

Die unterschiedlichen Studienergebnisse bezüglich des Zusammenhangs von BMI und Alter mit der Compliance könnte durch die verschiedenen Zeitpunkte der Compliance-Messung bedingt sein. Während in dieser Arbeit die Compliance bereits präoperativ beurteilt wurde, ordnete man die Patienten in den anderen Studien erst postoperativ in verschiedene Compliance-Klassen ein. Des Weiteren wurden verschiedene Definitionen der Compliance angewendet. Während in der hier vorliegenden Arbeit die Compliance rein subjektiv im Rahmen der zuvor durchgeführten multimodalen konservativen Therapie bewertet wurde, legte man die Zuteilung der Patienten zu einer bestimmten Compliance-Gruppe in anderen Studien anhand der vom Patienten wahrgenommenen Nachsorge-Termine fest.

Eine Möglichkeit, vor der Operation eine objektive Aussage zur Compliance treffen zu können wäre, die Patienten anhand eines Bewertungssystems in verschiedene Compliance-Gruppen einzuteilen. In einer Arbeit zur Durchführung eines Ernährungs- und Bewegungsprogramms für übergewichtige Patienten [86] wurde ein Vorschlag zur Bewertung der Compliance gemacht, den man zur objektiven präoperativen Einschätzung verwenden könnte. Hierbei wurden beispielsweise zur Beurteilung der Diät-Compliance die festgelegten Kilokalorien (kcal) der Diät durch die tatsächlich aufgenommenen kcal geteilt und das Ergebnis mit Hundert multipliziert.

$$\text{Compliance Diät} = \frac{\text{festgelegte kcal der Diät}}{\text{tatsächlich aufgenommene kcal}} \times 100$$

Ähnlich wurde mit der Compliance bezüglich der sportlichen Übungen verfahren. Die Anzahl der wahrgenommenen Termine wurde durch die Anzahl der Termine insgesamt geteilt und das Ergebnis mit Hundert multipliziert.

$$\text{Compliance Sport} = \frac{\text{wahrgenommene Übungstermine}}{\text{Übungstermine insgesamt}} \times 100$$

In beiden Fällen gilt: Je höher der Wert, desto besser die Compliance.

Insgesamt ist die objektive Erfassung der Compliance im Rahmen wissenschaftlicher Studien jedoch sehr schwierig. Außerdem ist bei ambulant geführten Patienten eine derartige Datenerfassung zur Compliance-Berechnung im klinischen Alltag sehr aufwendig. Abgesehen davon kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Patienten zum Beispiel zur Berechnung der Diät-Compliance nach o.g. Formel wirklich nur die „tatsächlich aufgenommenen kcal“ zugeführt haben oder ob bei dieser Angabe zusätzliche kcal vom Patienten unterschlagen werden. Somit wurde die von uns gewählte subjektive Bewertung der Compliance beibehalten.

Auf die Korrelation von bariatrisch vorbehandelten Patienten und schlechter Compliance wird im folgenden Kapitel noch näher eingegangen.

4.3 Non Responder Gewichtsreduktion

Ein Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion (Patienten, die ein Jahr postoperativ weniger Gewicht verloren hatten, als der EWL minus eine Standardabweichung) trat in unserer Arbeit bei 13% der Patienten auf. In der Literatur existiert keine offizielle Definition für ein Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion, was die Vergleichbarkeit der Studien (Tabelle 1.3) aufgrund der unterschiedlichen Definitionen erschwert.

Sowohl in der bivariaten als auch in der multivariaten Analyse war das Non Responding signifikant mit einer schlechten Compliance, einer bariatrischen Vorbehandlung und dem Vorhandensein einer präoperativen Belastungsdyspnoe vergesellschaftet.

Auch andere Arbeiten zeigten einen dementsprechenden Zusammenhang zwischen einer zu geringen Gewichtsreduktion und einer schlechten Compliance [87, 88]. In diesen Studien war außer der Compliance noch ein Zusammenhang mit dem Geschlecht und kognitiver Leistungsfähigkeit [87], sowie Diabetes Typ 2, Dyslipoproteinämie, präoperativem Gewichtsverlust, niedrigerer Schulbildung und Depressionen [88] zu verzeichnen. Dies konnten unsere Daten nicht bestätigen. Ein bivariater Zusammenhang war lediglich im Rahmen von psychiatrischen Erkrankungen (ausgenommen Depressionen) vorhanden. Es ist denkbar, dass bei psychiatrisch erkrankten Patienten die Gewichtsreduktion aufgrund einiger psychiatrischer Medikamente bzw. der Erkrankung selbst schwieriger zu erreichen ist, da beides bekanntermaßen einer Gewichtsabnahme entgegen wirkt [89-91]. Arbeiten mit einer größeren Fallzahl aus dem Jahr 2012 und 2016 ergaben im ersten postoperativen Jahr u.a. eine Korrelation des postoperativen Gewichtsverlustes mit dem Geschlecht, dem präoperativen BMI, dem Gewichtsverlust über die Zeit, einer Hypertonie, eines Diabetes mellitus und dem Hämoglobin-Wert [92, 93]. Der Grund für die Ergebnisunterschiede der verschiedenen Studien ist möglicherweise die unterschiedliche Fallzahl der Patienten (je 143 bis 200 Patienten in den drei erstgenannten und 647 bis 1216 Patienten in den beiden letzteren Studien) sowie die unterschiedliche Definition eines erfolgreichen Gewichtsverlustes.

In der bivariaten Analyse ist ein Zusammenhang zwischen bariatrisch vorbehandelten Patienten und schlechter präoperativer Compliance im Rahmen des Non Responding der Gewichtsreduktion zu sehen. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch in der multivariaten Analyse wieder. Dass eine chirurgisch bariatrische Vorbehandlung der Patienten zu einem schlechteren Outcome bezogen auf die postoperative Gewichtsreduktion führt, kann somit durch eine schlechtere Compliance begünstigt sein. Es ist denkbar, dass Patienten, die sich bereits einer erfolglosen bariatrischen Operation unterzogen haben, auch dem Magenbypass skeptisch gegenüber stehen und sich dies durch eine weiterhin schlechtere Compliance gegenüber dem erneuten Versuch der operativen Gewichtsreduktion bemerkbar macht. Außerdem wäre es möglich, dass bei den betroffenen Patienten die Vorbehandlung ebenfalls schon wegen einer grundsätzlich schlechten Compliance als Persönlichkeitsmerkmal nicht erfolgreich war. Darüber hinaus könnten weitere, von der Compliance unabhängige Faktoren (z.B. metabolischer oder

genetischer Genese), für das Non Responding verantwortlich sein. In der aktuellen Literatur lassen sich hierzu keine vergleichbaren Ergebnisse finden.

Ein überraschendes Ergebnis war in der bivariaten wie auch in der multivariaten Analyse ein signifikanter Zusammenhang des Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion mit einer präoperativen Belastungsdyspnoe. Vergleichbare Ergebnisse zu diesem Zusammenhang existieren derzeit in der Literatur nicht. Eine mögliche Theorie zu diesem Ergebnis könnte sein, dass Patienten mit einer Belastungsdyspnoe ihre körperliche Aktivität nicht adäquat steigern können, um die Gewichtsreduktion zu unterstützen. Der Parameter Belastungsdyspnoe ist trotz der Definition (siehe 2.3.1) sehr subjektiv. Eine objektive Bewertung wäre mit einem differenzierteren System möglich, beispielsweise mit dem MRC-Score [94]. Hier wird die Dyspnoe in fünf Grade eingeteilt: 1 = nie Atemnot, außer bei starker Anstrengung; 2 = Atemnot beim schnellen Gehen oder beim Bergaufgehen mit leichter Steigung; 3 = geht beim Gehen in der Ebene wegen Atemnot langsamer als Gleichaltrige oder benötigt bei selbst gewählter Geschwindigkeit Pausen; 4 = benötigt eine Pause wegen Atemnot beim Gehen in der Ebene nach ca. 100 m oder nach einigen Minuten; 5 = zu kurzatmig, um das Haus zu verlassen oder sich an- und auszuziehen [95]. Da es auch bei Gesunden bei starker Anstrengung und bei schnellem Gehen oder Bergaufgehen zu einer Dyspnoe kommt, sollte man hier ab Grad 3 von einer relevanten Belastungsdyspnoe ausgehen.

In der bivariaten Analyse besteht auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion und einem postoperativen Vitamin D-Mangel sowie zwischen einem präoperativ höheren BMI und einem postoperativen Vitamin D-Mangel. Aufgrund dieser Ergebnisse lässt sich unabhängig von der Operation und postoperativen Substitution von Vitamin D darauf schließen, dass die Wahrscheinlichkeit eines Vitamin D-Mangels mit dem BMI steigt. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Eine Korrelation zwischen der Adipositas und einem Vitamin D-Mangel konnte schon mehrfach nachgewiesen werden [96-98]. Eine Erklärung hierfür zeigt der physiologische Stoffwechselweg des Vitamins. Demnach ist die Bioverfügbarkeit von Vitamin D bei adipösen Menschen reduziert, da es in Fettdepots gebunden wird [96].

4.4 Non Responder Diabetes

Ein Non Responding bezüglich Diabetes (Definition siehe Kapitel 2.3.2) kam in dieser Studie bei 24% der Diabetiker ein Jahr postoperativ vor. Andere Studien geben eine fehlende Diabetesremission nach Roux-Y-Magenbypass zwischen 9% und 51% (siehe Tabelle 1.3) an. Die Definition der Remission ist jedoch unterschiedlich.

Die bivariate und multivariate Analyse ergab einen signifikanten Zusammenhang der Non Responder bezüglich Diabetes mit dem Familienstand „alleine lebend“ und einem $ISEI \leq 16$, d. h. mit einem niedrigen sozio-ökonomischen Status [68]. Tatsächlich wurde ein Zusammenhang zwischen einem niedrigen sozio-ökonomischen Status und der Prävalenz eines Diabetes mellitus in einigen großen Studien bereits nachgewiesen [99, 100]. Auch allein stehende Personen und Menschen mit wenig ausgeprägtem sozialem Netzwerk scheinen in der Tat häufiger an Diabetes zu erkranken. Interessanterweise konnte dieses Ergebnis in zwei großen Studien lediglich bei Patienten weiblichen Geschlechts nachgewiesen werden [101, 102].

Aus diesen Erkenntnissen heraus lässt sich vermuten, dass sowohl ein Non Responding bezüglich des Diabetes als auch die Prävalenz eines Diabetes mellitus an sich eher auftreten, wenn der Patient weniger gebildet ist oder die Einhaltung von Therapieplänen aufgrund einer fehlenden Überwachung durch den Partner, insbesondere bei alleinstehenden Frauen, weniger beachtet wird.

Unabhängig von weiteren Variablen ergab sich außerdem ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Diabetes Non Responding und dem weiblichen Geschlecht. Zum selben Ergebnis kam bereits eine andere Studie zur Diabetesremission nach RYGB, in welcher es beim männlichen Geschlecht häufiger zu einer Remission kam [103]. Möglicherweise könnte hierbei der Einfluss der Geschlechtshormone eine Rolle spielen. Eine Studie von Ding et al. ergab bei postmenopausalen Frauen mit höherem Östradiol- und Testosteronspiegel beispielsweise ein höheres Risiko, einen Diabetes mellitus Typ 2 zu entwickeln [104].

Sowohl in unserer als auch in anderen Arbeiten war eine Diabetesremission nach RYGB signifikant mit einem niedrigeren präoperativen HbA1c-Wert und einer kürzeren Diabetesdauer vergesellschaftet [44, 103, 105-109]. Dieses Ergebnis ist naheliegend, da mit zunehmender Schwere und Chronifizierung der Erkrankung auch eine erschwerte

Remission erwartet werden kann. Allerdings zeigte sich dieser Zusammenhang nur in der bivariaten Analyse. Möglicherweise ist hierfür die geringe Anzahl an Diabetikern ursächlich.

Wie schon beim Non Responding der Gewichtsreduktion konnte auch beim Diabetes ein signifikanter Zusammenhang zwischen Non Responding und psychiatrischen Erkrankungen in der bivariaten Analyse nachgewiesen werden. Wie unter 4.3 bereits beschrieben, wirken psychiatrische Medikamente und die Erkrankung selbst einer Gewichtsreduktion entgegen. Da ein höheres Gewicht die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 begünstigt, besteht hier womöglich ein Zusammenhang, obwohl in der multivariaten Analyse keine Signifikanz nachgewiesen werden konnte.

Neben dem in dieser Arbeit entwickelten Score zum Diabetes Non Responding existieren bereits diverse Score-Systeme zur Prädiktion einer Diabetesremission nach RYGB [44] (Tabelle 4.1) oder auch nach RYGB, Magenband und Sleeve Gastrektomie zusammen [105] (Tabelle 4.2). Die unten aufgeführten Score-Systeme beinhalten Alter, HbA1c, Diabetesmedikation und Diabetesdauer als Variablen, welche in das Score-System dieser Arbeit aufgrund unzureichender multivariater Signifikanz nicht aufgenommen wurden. Der Nüchternblutglukosewert, welcher in eines der unten genannten Score-Systeme einfließt, wurde bei unseren Patienten nicht erfasst. Hingegen besteht der in dieser Arbeit entwickelte Score aus dem Familienstand und dem sozialen Status als signifikante Variablen, welche in den bereits bestehenden Score-Systemen nicht berücksichtigt wurden. Bisher hat sich jedoch noch keines der unten genannten Systeme erfolgreich in der klinischen Anwendung durchgesetzt. Vermutlich ist die Kombination aus Diabetes-Faktoren und sozialen Aspekten verantwortlich für ein Non Responding bezüglich Diabetes.

Tabelle 4.1 Prädiktion einer Diabetesremission nach RYGB [44]

Score von 0-2 = 88-99%, Score von 3-7 = 64-88%, Score von 8-12 = 23-49%, Score von 13-17 = 11-33%, Score von 18-22 = 2-16% Wahrscheinlichkeit für eine Diabetesremission

Prediction factor		Score
Age (years)	If age < 40, enter 0 → If age 40–49, enter 1 → If age 50–59, enter 2 → If age 60+, enter 3 →	
HbA1c (%)	If HbA1c < 6.5, enter 0 → If HbA1c 6.5–6.9, enter 2 → If HbA1c 7.0–8.9, enter 4 → If HbA1c 9.0+, enter 6 →	
Other diabetes medications	If not using sulfonylureas or not using ISA, enter 0 → If on sulfonylureas and ISA, enter 3 →	
Treatment with Insulin	If not using insulin, enter 0 →	
	If using insulin, enter 10 →	
DiaRem Score (sum of individual components) →		

Tabelle 4.2 Prädiktion einer Diabetesremission nach bariatrischer OP [105]

Ein Score > 2 entspricht einem positiven prädiktiven Wert von 97% und einem negativen prädiktiven Wert von 86% für die Vorhersage einer Diabetesremission

Baseline predictive parameters of T2DM remission	Yes	No
BMI ≤50	1	0
Duration of diabetes ≤4 years	1	0
HbA1c ≤7.1 %	1	0
Fasting glucose ≤114 mg/dl	1	0
OAD treatment without insulin	1	0
Total score	5	0

OAD oral anti-diabetic agent

4.5 Non Responder Hypertonie

Ein Non Responding bezüglich Hypertonie (Definition siehe Kapitel 2.3.2) bestand bei 35% der Hypertoniker ein Jahr postoperativ. Weitere Studien wiesen eine fehlende Hypertonieremission nach Roux-Y-Magenbypass zwischen 14% und 62% auf (siehe Tabelle 1.3), wobei auch hier die Definition der Remission variiert.

Betrachtet man die bivariaten Ergebnisse, so waren die Non Responder signifikant häufiger weiblich. In der multivariaten Analyse ergaben sich allerdings keine Korrelationen mit präoperativen Variablen.

Beim Vergleich mit anderen Studien zur Hypertonieremission ergaben sich unterschiedliche Ergebnisse. In einer Kohortenstudie zur Remission von Komorbiditäten nach RYGB und Magenband, in welcher das Non Responding ebenfalls über die postoperative Medikamentenreduktion definiert wurde, waren das Alter und die Anzahl der präoperativen Antihypertonika ausschlaggebend für ein Non Responding [110]. Die Anzahl der präoperativen Antihypertonika war in weiteren Arbeiten ebenfalls mit einem Non Responding assoziiert [111, 112]. Andere Studien konnten einen Zusammenhang mit dem EWL oder einem präoperativen Vitamin D Mangel nachweisen [113, 114].

Eine Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte das kleine Patientenkollektiv sowie die fehlenden präoperativen Daten bei den Hypertonikern in unserer Arbeit sein. Ungefähr die Hälfte der Hypertoniker konnten aufgrund dessen nicht bei den Berechnungen berücksichtigt werden. Auch die Definition des Non Responding war in den Arbeiten unterschiedlich. Während in dieser Studie die Anzahl der präoperativen Antihypertonika als Definition herangezogen wurde, berücksichtigte man beispielsweise in anderen Studien den Blutdruck. Kritisch zu betrachten ist die Verwendung des Blutdrucks als Variable, da der Blutdruck meist nur eine Momentaufnahme darstellt, und demnach nicht zwingend eine Aussage über den tatsächlichen Blutdruckverlauf des Patienten zulässt. Außerdem ist ein Patient mit normwertigem Blutdruck trotzdem als Hypertoniker zu bezeichnen, sofern er mehrere Antihypertonika einnimmt. Somit könnte die Definition der Hypertonieremission über die Anzahl der Antihypertonika, wie in unserer Arbeit geschehen, möglicherweise sinniger sein.

4.6 Dumping-Syndrom

Bei 4,2% der Patienten trat postoperativ ein Dumping-Syndrom auf. Das Auftreten eines Dumping-Syndroms ist nach einer Magenoperation, wie unter 1.4.4.5 bereits beschrieben, multifaktoriell bedingt, hauptsächlich durch die postoperative Veränderung der Anatomie und der gestörten Innervation des Magens [50]. Ein Dumping-Syndrom kann aber auch im Rahmen von Diätfehlern auftreten [50], was auf eine schlechte Compliance hindeuten könnte.

Umso erstaunlicher ist es, dass in unserer Studie sowohl in der multivariaten als auch in der bivariaten Analyse ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Dumping-Syndroms und einer guten präoperativen Compliance nachgewiesen werden konnte.

Außerdem ergab sich eine knapp signifikante Korrelation zwischen dem Auftreten eines Dumping-Syndroms und einem präoperativ niedrigeren BMI in der bivariaten Analyse. Derartige Ergebnisse konnten in anderen Studien bisher nicht nachgewiesen werden, es ergab sich hier keinerlei Zusammenhang mit dem präoperativen BMI [52, 55]. Stattdessen fand sich eine positive Korrelationen mit dem Auftreten eines Diabetes mellitus und höherem Alter der Patienten [52], was in unserer Arbeit nicht nachgewiesen werden konnte.

Die Diskrepanz der Ergebnisse dieser Arbeit, verglichen mit anderen Studien, liegt vermutlich in der Definition des Dumping-Syndroms. Während in dieser Arbeit der oGTT als Definitionskriterium benutzt wurde, verwendete man in anderen Arbeiten den Sigstad-Score (Tabelle 4.3). Mit der Verwendung des Sigstad-Scores wären vermutlich auch in unserer Studie wesentlich mehr Patienten in die Gruppe der unter Dumping leidenden Patienten eingeordnet worden, da in den Sigstad-Score auch unspezifische Symptome wie Müdigkeit, Kopfschmerzen und Schläfrigkeit einfließen [50]. Die Nutzung des oGTT als Diagnosekriterium eines Dumping-Syndroms ist somit objektiver und spezifischer. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien wären besser vergleichbar, wenn alle mit den gleichen Kriterien zur Definition eines Dumping-Syndroms arbeiten würden.

Tabelle 4.3 Sigstad-Score-System [50]

Ein Diagnoseindex > 7 deutet auf ein Dumping-Syndrom hin

Shock	+5
Almost fainting, syncope, unconsciousness	+4
Desire to lie or sit down	+4
Breathlessness, dyspnea	+3
Weakness, exhaustion	+3
Sleepiness, drowsiness, yawning, apathy, falling asleep	+3
Palpitation	+3
Restlessness	+2
Dizziness	+2
Headaches	+1
Feeling of warmth, sweating, pallor, clammy skin	+1
Nausea	+1
Fullness in the abdomen, meteorism	+1
Borborygmus	+1
Eructation	-1
Vomiting	-4

Signifikante Korrelationen eines Dumping-Syndroms ergaben sich in der bivariaten Analyse mit Patienten ohne Hypertonie und in der multivariaten Analyse mit Patienten ohne Gelenkbeschwerden. Letzteres Ergebnis wurde auch zur Berechnung des Scores beim Dumping-Syndrom verwendet. Vergleichbare Ergebnisse gibt es in der Literatur nicht, die Hintergründe dieser statistischen Korrelationen bleiben momentan noch ungeklärt.

4.7 Postoperative Komplikationen

In dieser Arbeit traten postoperative Komplikationen insgesamt bei 15,38% der Patienten auf. Bei den postoperativen Komplikationen ergab sich ein multivariater Zusammenhang mit erniedrigtem präoperativem Hb bei fehlender Belastungsdyspnoe sowie ein bivariater Zusammenhang mit fehlender Antihypertonika-Einnahme und ebenfalls mit fehlender Belastungsdyspnoe. In der aktuellen Literatur zu bariatrischen Operationen konnten keine derartigen Korrelationen festgestellt werden. Stattdessen zeigten sich Assoziationen mit höherem Alter der Patienten, höherem BMI, Komorbiditäten, männlichem Geschlecht, Rauchen und Faktoren bezüglich des chirurgischen Verfahrens, des Operateurs und des chirurgischen Zentrums [115-118]. Der Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte die unterschiedliche Definition der postoperativen Komplikationen sein. Während

wir in unserer Arbeit die Komplikationen in Anlehnung an die Arbeit von Oria und Moorehead in Minor- und Major-Komplikationen einteilen (siehe 2.3.2), wurden die Komplikationen in anderen Studien beispielsweise mittels Clavien-Dindo Klassifikation [115, 116] eingeteilt oder es wurden nur schwere Komplikationen in die Studie eingeschlossen [117]. Abgesehen davon wurden bei einigen der genannten Studien neben dem RYGB noch weitere bariatrische Operationstechniken bei den Auswertungen berücksichtigt oder es wurde ein anderer Zeitpunkt der Messung gewählt (z.B. 30-Tage-Mortalität).

Auch unsere subjektive Definition der Belastungsdyspnoe (siehe 2.3.1) ist, wie unter 4.3 bereits beschrieben, wieder kritisch zu sehen. Die fehlende Einnahme von Antihypertonika ist als Risikofaktor unwahrscheinlich.

Ein präoperativ niedriger Hb-Wert kann für das Outcome einer Operation durchaus eine entscheidende Rolle spielen. So zeigte sich in einer großen Studie bei Patienten mit aortokoronarem Bypass beispielsweise eine 5-fach höhere Mortalitätsrate bei einem präoperativen Hb-Wert < 10 g/dl [119]. Auch bei anderen Operationen zeigte sich in einer weiteren großen Studie bei Patienten mit einem präoperativen Hb-Wert ≥ 12 g/dl eine Mortalität von 1,3% im Gegensatz zu einer Mortalität von 33,3% bei Patienten mit einem Hb-Wert < 6 g/dl [120]. Das präoperative Anheben des Hb-Wertes ist jedoch keine vielversprechende Option für ein besseres Outcome, da eine präoperative Transfusion ein erhöhtes Risiko für perioperative Infektionen sowie ebenfalls eine erhöhte Mortalitätsrate zur Folge haben kann [121].

Es existiert bereits ein Score-System, der MAS (Metabolic acuity score), mit dessen Hilfe laut einer Studie die postoperative Komplikationsrate präoperativ ermittelt und reduziert werden kann. Anhand von präoperativen Variablen (siehe Tabelle 4.4) wird der Patient präoperativ einem Schweregrad von 1 bis 4 seiner metabolischen Erkrankung zugeordnet. So ist es möglich, den individuellen Erfolg der Operation abzuschätzen und die entsprechenden Risikofaktoren ggf. präoperativ zu minimieren, um ein besseres Operationsergebnis zu erzielen. In der Studie kam es nach Anwendung des Scores postoperativ nach RYGB zu einem geringeren Auftreten von inneren Hernien, Infektionen, tiefen Venenthrombosen, stationären Wiederaufnahmen und Re-Operationen [122].

Tabelle 4.4 Metabolic acuity score [122]

Metabolic acuity score				
Variable	Acuity 1	Acuity 2	Acuity 3	Acuity 4
Age (yr)	<60	<60	60–64	>65
BMI (kg/m ²)	<50	51–54	55–69	>70
Weight (lb)	<350	351–424	425–599	>600
History of DVT/PE	No	No	Personal history or 4 of 8 RFs	Currently taking anticoagulation therapy (other than aspirin)
OSA (cm H ₂ O)	CPAP <10	CPAP ≥10–14	CPAP ≥10 plus asthma	CPAP >15 or BIPAP with or without asthma
T2DM	Pre-T2DM or taking metformin	HbA1c ≤7	HbA1c >7	Insulin-dependent T2DM
Hypertension	One medication	Yes	Yes	Yes
Immobile	No	No	No	Wheelchair/walker/significant orthopedic difficulties
History of CAD (stent or CABG)	No	No	No	Yes
Psychological classification	1,2	1,2,3A	3B	3B

BMI = body mass index; DVT/PE = deep vein thrombosis/pulmonary embolism; RF = risk factor; OSA = obstructive sleep apnea; CPAP = continuous positive airway pressure; BIPAP = bilevel positive airway pressure; T2DM = type 2 diabetes mellitus; HbA1c = hemoglobin A1c; CAD = coronary artery disease; CABG = coronary artery bypass graft; MAS = metabolic acuity score.

MAS tentatively assigned at patient's initial surgical consultation; from preoperative workup findings, surgeon assigns final acuity score at preoperative visit.

Male gender: upgrade patient 1 level starting at acuity 2 for RYGB or sleeve gastrectomy; abdominal scar: upgrade patient 1 level for right upper quadrant and upper mid-line scar for either RYGB or LAGB, no upgrade for LAGB for scars below umbilicus.

Komplikationen nach bariatrischen Operationen werden auch in Zukunft leider nicht in jedem Falle zu vermeiden sein, schon aufgrund unveränderbarer Risikofaktoren, wie z.B. dem Alter, oder auch unvorhersehbarer Risikofaktoren. Insbesondere der in dieser Arbeit entwickelte Score zu postoperativen Komplikationen wird vermutlich nicht zur Vermeidung von Komplikationen beitragen können, da chirurgische Komplikationen auch durch das Operationsverfahren, den Operateur, die Operationstechnik, weitere Komorbiditäten und andere Faktoren bedingt sind, welche in unserer Arbeit teilweise nicht berücksichtigt wurden.

4.8 Postoperative Mangelzustände

Nahezu alle in unserer Arbeit ausgewerteten Mangelzustände (Vitamin B12, Vitamin D 25 OH, Albumin) sowie ein erhöhtes PTH standen in signifikantem Zusammenhang mit präoperativ höheren BMI-Werten im Vergleich zu Patienten ohne Mangelzustand. Zu diesen Ergebnissen kamen bereits andere Studien, vor allem bezüglich Vitamin D Mangel [47, 123, 124] und erhöhtem PTH [123, 125]. Dies ist durch eine bereits bekannte Korrelation von Adipositas mit diversen Mangelzuständen zu erklären. So leiden übergewichtige und adipöse Menschen regelhaft unter erniedrigten bzw. mangelhaften Konzentrationen an Vitamin D [97, 126–128], Vitamin B12 [126, 128], Albumin und erhöhtem PTH [128]. Eine mögliche Begründung hierfür liegt unter anderem vermutlich in der reduzierten Bioverfügbarkeit bei Adipositas [126].

Ein Vergleich von postoperativen Mangelzuständen mit bereits präoperativ bestehenden Mangelzuständen wäre zusätzlich interessant gewesen. Aufgrund diesbezüglich fehlender präoperativer Daten war eine genauere Untersuchung leider nicht möglich.

Vitamin B12 Mangel war in unserer Studie signifikant mit mittlerer und schlechter präoperativer Compliance, Albuminmangel mit schlechter Compliance vergesellschaftet. Korrelationen von schlechter Compliance mit Mangelzuständen nach bariatrischen Operationen treten auch in anderen Studien häufig auf [22, 129]. Diese Erkenntnis ist nachvollziehbar, da die Mangelzustände unter mangelnder Compliance bezüglich der entsprechenden Supplementation entstehen.

Weshalb sich in unserer Arbeit in der multivariaten Analyse allerdings eine Signifikanz von Mangelzuständen im Allgemeinen mit Belastungsdyspnoe bei mittlerer und guter Compliance zeigte, ist unklar. Das Ergebnis könnte wieder, wie in Kapitel 4.3 bereits beschrieben, auf die subjektive Bewertung der Compliance und der Belastungsdyspnoe zurückzuführen sein.

Ein Albuminmangel korrelierte in unserer multivariaten Analyse außer mit schlechter Compliance noch mit präoperativ erniedrigtem Hb. Dieser Zusammenhang wurde unabhängig von adipösen Patienten schon einmal in der Geriatrie beschrieben [130]. Die genaueren Hintergründe sind allerdings unklar.

Einleuchtender ist der Zusammenhang von präoperativ erniedrigtem Hb mit einem postoperativen Hb-Mangel, welcher in unserer multivariaten Analyse beim weiblichen Geschlecht festgestellt wurde. Ansonsten korrelierte ein postoperativer Eisen-Mangel bivariat und ein postoperativer Hb-Mangel multivariat allerdings eher mit dem männlichen Geschlecht entgegen des bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes [131, 132].

Außer mit einem höheren Alter des Patienten war ein postoperativ erhöhtes PTH in der multivariaten Analyse auch mit einem hohen präoperativen BMI vergesellschaftet. Zu diesem Ergebnis kam eine weitere Studie ebenfalls [125]. Eine eindeutige Erklärung gibt es hierfür nicht, jedoch wird postuliert, dass der PTH-Stoffwechsel genauso wie der Calcium-Umsatz noch von vielen weiteren gastralen und intestinalen Faktoren abhängig ist. Ein erhöhter PTH-Spiegel kann selbstverständlich auch unabhängig von der Operation auftreten und beispielsweise auf einer Nebenschilddrüsenerkrankung oder

einer Niereninsuffizienz beruhen. Letztere tritt erfahrungsgemäß bei älteren Personen häufiger auf, sodass auch dies ein möglicher Grund für den Zusammenhang eines erhöhten PTH-Wertes mit einem höheren Alter des Patienten sein kann.

4.9 Score

Ziel der Arbeit war es initial, ähnlich dem in der Inneren Medizin etablierten CHA2DS2-VASc-Score [133], ein einziges Score-System zu entwickeln, mit welchem es möglich ist, anhand von präoperativen Patientendaten Faktoren für ein schlechtes Outcome rechtzeitig zu erkennen und hiermit Komplikationen zu vermeiden sowie die Ergebnisqualität nach Roux-Y-Magenbypass zu verbessern. Aus statistischen Gründen war es jedoch nur möglich, für jeden Endpunkt einen individuellen Score zu erstellen. Hierbei ist zu bedenken, dass die Scores auf einer rein statistischen Auswertung beruhen und daher immer kritisch auf ihre klinische Relevanz und Plausibilität geprüft werden müssen, da jeder Score prinzipiell auch ein statistisches Zufallsprodukt sein könnte. Ob das Score-System im klinischen Alltag Anwendung finden kann, muss demnach zunächst im Rahmen weiterer Studien evaluiert werden, beispielsweise im Rahmen einer prospektiven Studie mit größerem Patientenkollektiv.

Wise et al. publizierte 2016 einen Score zur Abschätzung des postoperativen Gewichtsverlustes nach Roux-Y-Magenbypass anhand von präoperativen Faktoren [93]. In diesem System spielen die präoperativen Variablen Geschlecht, Rasse, BMI, Hypertonie und Diabetes eine entscheidende Rolle. Dieser Score ist jedoch noch nicht etabliert und muss ebenfalls bezüglich seiner Aussagekraft und Profitabilität getestet werden.

5 Limitationen der Studie

Limitiert ist die Studie durch die geringe Fallzahl der Patienten. Trotzdem konnte jedoch ein sehr gutes Follow up innerhalb des ersten postoperativen Jahres erreicht werden, da 143 von 147 Patienten die Nachsorge in diesem Zeitraum wahrnahmen.

Ein weiterer Kritikpunkt der Arbeit ist die retrospektive Datenauswertung, da im Rahmen der präoperativen und postoperativen Datenerhebung nicht alle gewünschten Informationen vollständig erfasst wurden (z. B. präoperative Laborwerte und postoperative Angabe der Antihypertonika-Anzahl).

Einige präoperative Daten, wie beispielsweise die Compliance und die Belastungsdyspnoe, wurden rein subjektiv bewertet und können deshalb fehlerbehaftet sein. Zuvor festgelegte objektivierbare Definitionen aller präoperativen Variablen wären vorteilhaft gewesen.

Kritisch zu betrachten ist auch die Definition der Non Responder, die jeweils für diese Arbeit festgelegt wurde. Eine offizielle Definition für ein Non Responding gibt es bislang nicht, weshalb in vielen Studien unterschiedliche Definitionen und Einteilungen für einen mangelnden Therapieerfolg verwendet werden. Hierdurch ist auch die Vergleichbarkeit mit anderen Studien, die sich mit einer ähnlichen Thematik beschäftigen, eingeschränkt.

6 Zusammenfassung/Ausblick

Die Adipositas mit ihren Begleiterkrankungen stellt weltweit ein progredientes Problem dar, für das es bis zum jetzigen Zeitpunkt keine langfristig effektive konservative Therapie gibt. Die einzige nachhaltig erfolgreiche Therapie besteht derzeit in der bariatrischen/metabolischen Chirurgie. Der Roux-Y-Magenbypass ist momentan eines der am häufigsten angewendeten chirurgischen Verfahren zur Therapie der Adipositas, welches zu einem dauerhaften Gewichtsverlust sowie simultaner Therapie der Begleiterkrankungen führt. Trotz der überzeugenden Therapieerfolge kommt es immer wieder zu Komplikationen bzw. einem mangelhaften Ansprechen (Non Responding) auf die Operation. Ziel der Studie war es, mithilfe eines Score-Systems schon präoperativ anhand von bestimmten Variablen das Risiko für ein schlechtes postoperatives Ergebnis bzw. ein Non Responding abzuschätzen. Auf diese Weise sollen in Zukunft mangelhafte Therapieergebnisse und postoperative Komplikationen vermieden bzw. die Nachsorge dementsprechend individuell angepasst werden.

Im Folgenden sind die einzelnen Scores, welche sich aus den statistischen Berechnungen ergeben, in Form einer zusammenfassenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 6.1 Übersicht Scores

Non Responding Gewichtsreduktion	Vorbehandlung (außer Vorbehandlung bei guter Compliance ohne Belastungsdyspnoe) oder keine Vorbehandlung bei schlechter Compliance mit Belastungsdyspnoe
Non Responding Diabetes	Alleine lebend mit einem ISEI ≤ 16
Dumping	Gute Compliance ohne Gelenkbeschwerden
Postoperative Komplikationen	Erniedrigter präoperativer Hb-Wert ohne Belastungsdyspnoe
Postoperativer Vitamin B12 Mangel	BMI ≥ 56 ohne Gelenkbeschwerden
Postoperativ erhöhter PTH-Wert	$(0.789 \times \text{Alter} + \text{BMI}) > 96.13$
Postoperativer Hb-Mangel	Männliches Geschlecht oder weibliches Geschlecht mit präoperativ erniedrigtem Hb
Postoperativer Albuminmangel	Schlechte Compliance mit präoperativ erniedrigtem Hb-Wert
Postoperative Mangelzustände insgesamt	Belastungsdyspnoe bei mittlerer und guter Compliance

In der konkreten Anwendung der Scores würde dies nun bedeuten, dass man beispielsweise Patienten mit Vorbehandlung, die keine gute Compliance und eine Belastungsdyspnoe aufweisen, bzw. Patienten ohne Vorbehandlung mit schlechter Compliance und Belastungsdyspnoe, postoperativ engmaschiger zur Nachsorge einstellt, um ein Non Responding bezüglich der Gewichtsreduktion rechtzeitig zu erkennen oder sogar zu vermeiden.

Im Falle des Non Responding bezüglich des Diabetes würde man dementsprechend bei alleine lebenden Diabetikern mit einem ISEI ≤ 16 postoperativ etwa häufiger die Diabetesbehandlung überwachen und optimieren, um hier das Outcome zu verbessern.

Zur Evaluation der Vorhersagekraft der Scores sind nun sicherlich weitere prospektive Studien mit einem größeren Patientenkollektiv notwendig. Sollte es gelingen, mit Hilfe der Scores schon präoperativ eine realistische Vorhersage zum Outcome nach Roux-Y-Magenbypass zu erhalten, kann in Zukunft das Ergebnis der Operation weiter verbessert und die Nachsorge individuell angepasst werden. Ressourcen würden hierdurch besser genutzt und die Patientenversorgung und Patientengesundheit optimiert.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Langzeit-Gewichtskurven über drei Jahre [15]	4 -
Abbildung 1.2 Gewichtskurven der ethnischen Untergruppen über 9 Jahre [16]	5 -
Abbildung 1.3 Gewichtskurven konservativer Therapien im Zeitverlauf.....	6 -
Abbildung 1.4 Häufige OP-Verfahren in der bariatrischen Chirurgie [22].....	7 -
Abbildung 1.5 Gewichtsentwicklung während der SOS Studie über 10 Jahre [23].....	9 -
Abbildung 1.6 BMI-Verlauf und Reduktion der Diabetesmedikation [27].....	10 -
Abbildung 1.7 Schematische Darstellung des RYGB [29]	11 -
Abbildung 3.1 Geschlecht und Alter in Jahren.....	29 -
Abbildung 3.2 Anzahl der Patienten in den Compliance-Gruppen	31 -
Abbildung 3.3 BMI [kg/m ²] präoperativ	31 -
Abbildung 3.4 Anzahl der Patienten und Anzahl der Antihypertonika-Klassen.....	33 -
Abbildung 3.5 Sonstige Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen	35 -
Abbildung 3.6 Hb, Gesamteiweiß und Albumin präoperativ	37 -
Abbildung 3.7 Anzahl der Patienten mit Vorbehandlung	38 -
Abbildung 3.8 Mangelzustände im ersten postoperativen Jahr.....	43 -
Abbildung 3.9 Altersgruppe und Compliance	45 -
Abbildung 3.10 Alter und BMI	46 -
Abbildung 3.11 Alter, BMI und Compliance	48 -
Abbildung 3.12 Depression und Compliance.....	51 -
Abbildung 3.13 Non Responder Gewichtsreduktion und Compliance	52 -
Abbildung 3.14 Non Responder Gewichtsreduktion und postoperativer Vitamin D 25 OH Mangel.....	54 -
Abbildung 3.15 Diabetes und Diabetesdauer in Jahren.....	57 -
Abbildung 3.16 Dumping und BMI	59 -

Abbildung 3.17 Vitamin B12-Mangel und Compliance - 63 -
Abbildung 3.18 Albuminmangel und Compliance..... - 64 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1 BMI-Klassifikation der Adipositas bei Erwachsenen [1].....	- 1 -
Tabelle 1.2 Vitamin- und Spurenelementmangel postoperativ [48].....	- 14 -
Tabelle 1.3 Ergebnisse bariatrischer Operationsverfahren in Prozent	- 15 -
Tabelle 3.1 Geschlecht und Alter	- 30 -
Tabelle 3.2 Altersgruppe, Familienstand und Berufsgruppe nach ISEI	- 30 -
Tabelle 3.3 Diabetes mellitus, HbA1c und Diabetesmedikamente präoperativ	- 32 -
Tabelle 3.4 Diabetes und Diabetesmedikamente präoperativ	- 32 -
Tabelle 3.5 Hypertonie und Antihypertonika präoperativ	- 33 -
Tabelle 3.6 Sonstige Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen.....	- 34 -
Tabelle 3.7 Depressionen und weitere psychiatrische Erkrankungen	- 36 -
Tabelle 3.8 Vorbehandlung	- 38 -
Tabelle 3.9 Postoperative Komplikationen	- 39 -
Tabelle 3.10 Dumping-Syndrom	- 39 -
Tabelle 3.11 Non Responder	- 40 -
Tabelle 3.12 Non Responder gesamt	- 41 -
Tabelle 3.13 Mangelzustände im ersten postoperativen Jahr	- 42 -
Tabelle 3.14 Altersgruppe und Compliance	- 44 -
Tabelle 3.15 BMI und Compliance	- 47 -
Tabelle 3.16 Alter und Diabetes	- 49 -
Tabelle 3.17 Alter und Hypertonie	- 49 -
Tabelle 3.18 Geschlecht und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen.....	- 50 -
Tabelle 3.19 Non Responder Gewichtsreduktion und Compliance	- 52 -
Tabelle 3.20 Non Responder Gewichtsreduktion und Vorbehandlung bzw. Adipositas- assoziierte Begleiterkrankungen.....	- 53 -

Tabelle 3.21 Non Responder Gewichtsreduktion und postoperativer Vitamin D 25 OH Mangel.....	- 53 -
Tabelle 3.22 Non Responder Gewichtsreduktion und psychiatrische Erkrankungen	- 55 -
Tabelle 3.23 Non Responder Diabetes und Berufsgruppe nach ISEI.....	- 55 -
Tabelle 3.24 Non Responder Diabetes und Geschlecht	- 56 -
Tabelle 3.25 Non Responder Diabetes und Familienstand.....	- 56 -
Tabelle 3.26 Non Responder Diabetes und HbA1c präoperativ	- 57 -
Tabelle 3.27 Non Responder Diabetes und psychiatrische Erkrankungen.....	- 58 -
Tabelle 3.28 Non Responder Hypertonie und Geschlecht	- 58 -
Tabelle 3.29 Dumping und Compliance.....	- 59 -
Tabelle 3.30 Dumping und Hypertonie	- 60 -
Tabelle 3.31 Postoperative Komplikationen und Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen.....	- 61 -
Tabelle 3.32 Mangelzustände und Compliance.....	- 62 -
Tabelle 3.33 Mangelzustände und präoperativer BMI	- 65 -
Tabelle 3.34 Non Responder Gewichtsreduktion.....	- 66 -
Tabelle 3.35 Non Responder Gewichtsreduktion mit Signifikanz	- 66 -
Tabelle 3.36 Score Non Responder Gewichtsreduktion.....	- 68 -
Tabelle 3.37 Non Responder Diabetes mit Signifikanz	- 69 -
Tabelle 3.38 Score Non Responder Diabetes	- 70 -
Tabelle 3.39 Dumping	- 72 -
Tabelle 3.40 Dumping mit Signifikanz	- 72 -
Tabelle 3.41 Score Dumping	- 73 -
Tabelle 3.42 Postoperative Komplikationen mit Signifikanz.....	- 74 -
Tabelle 3.43 Score Postoperative Komplikationen	- 75 -
Tabelle 3.44 Vit. B12 Mangel mit Signifikanz	- 76 -

Tabelle 3.45 Score Vitamin B12 Mangel	- 77 -
Tabelle 3.46 Erhöhtes PTH mit Signifikanz.....	- 79 -
Tabelle 3.47 Score Erhöhtes PTH	- 80 -
Tabelle 3.48 Hb Mangel mit Signifikanz	- 84 -
Tabelle 3.49 Score Hb Mangel.....	- 84 -
Tabelle 3.50 Albuminmangel	- 85 -
Tabelle 3.51 Albuminmangel mit Signifikanz	- 85 -
Tabelle 3.52 Score Albuminmangel	- 86 -
Tabelle 3.53 Mangelzustände insgesamt mit Signifikanz	- 87 -
Tabelle 3.54 Score Mangelzustände insgesamt.....	- 88 -
Tabelle 4.1 Prädiktion einer Diabetesremission nach RYGB [44].....	- 98 -
Tabelle 4.2 Prädiktion einer Diabetesremission nach bariatrischer OP [105].....	- 98 -
Tabelle 4.3 Sigstad-Score-System [50]	- 101 -
Tabelle 4.4 Metabolic acuity score [122]	- 103 -
Tabelle 6.1 Übersicht Scores	- 108 -

Literaturverzeichnis

1. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V., D.D.G.D., D.G.f.E. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V., and D. e.V. *Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur „Prävention und Therapie der Adipositas“*. 2014 10.07.2014]; Available from: http://www.adipositas-gesellschaft.de/fileadmin/PDF/Leitlinien/S3_Adipositas_Praevention_Therapie_2014.pdf.
2. Department of Surgery, U.o.F. *Obesity Treatment*. 2010 10.07.2014]; Available from: <http://www.adipositas-behandlung.de/en/node/221>.
3. Finucane, M.M., et al., *National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants*. *Lancet*, 2011. **377**(9765): p. 557-67.
4. Reis, J.P., et al., *Association between duration of overall and abdominal obesity beginning in young adulthood and coronary artery calcification in middle age*. *JAMA*, 2013. **310**(3): p. 280-8.
5. Langenberg, C., et al., *Long-term risk of incident type 2 diabetes and measures of overall and regional obesity: the EPIC-InterAct case-cohort study*. *PLoS Med*, 2012. **9**(6): p. e1001230.
6. Basta, M. and A.N. Vgontzas, *Metabolic abnormalities in obesity and sleep apnea are in a continuum*. *Sleep Med*, 2007. **8**(1): p. 5-7.
7. Schienkiewitz, A., G.B. Mensink, and C. Scheidt-Nave, *Comorbidity of overweight and obesity in a nationally representative sample of German adults aged 18-79 years*. *BMC Public Health*, 2012. **12**: p. 658.
8. Carmienke, S., et al., *General and abdominal obesity parameters and their combination in relation to mortality: a systematic review and meta-regression analysis*. *Eur J Clin Nutr*, 2013. **67**(6): p. 573-85.
9. Hwang, L.C., S.C. Chen, and C.J. Chen, *Increased risk of mortality from overweight and obesity in middle-aged individuals from six communities in Taiwan*. *J Formos Med Assoc*, 2011. **110**(5): p. 290-8.
10. Masters, R.K., et al., *The impact of obesity on US mortality levels: the importance of age and cohort factors in population estimates*. *Am J Public Health*, 2013. **103**(10): p. 1895-901.
11. Bahia, L., et al., *The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study*. *BMC Public Health*, 2012. **12**: p. 440.
12. Moriarty, J.P., et al., *The effects of incremental costs of smoking and obesity on health care costs among adults: a 7-year longitudinal study*. *J Occup Environ Med*, 2012. **54**(3): p. 286-91.
13. Campbell, J., et al., *Cost-effectiveness of laparoscopic gastric banding and bypass for morbid obesity*. *Am J Manag Care*, 2010. **16**(7): p. e174-87.
14. Amigo, I. and C. Fernandez, *Effects of diets and their role in weight control*. *Psychol Health Med*, 2007. **12**(3): p. 321-7.

15. Bischoff, S.C., et al., *Multicenter evaluation of an interdisciplinary 52-week weight loss program for obesity with regard to body weight, comorbidities and quality of life--a prospective study*. *Int J Obes (Lond)*, 2012. **36**(4): p. 614-24.
16. Howard, B.V., et al., *Low-fat dietary pattern and weight change over 7 years: the Women's Health Initiative Dietary Modification Trial*. *JAMA*, 2006. **295**(1): p. 39-49.
17. Rock, C.L., et al., *Effect of a free prepared meal and incentivized weight loss program on weight loss and weight loss maintenance in obese and overweight women: a randomized controlled trial*. *JAMA*, 2010. **304**(16): p. 1803-10.
18. Svetkey, L.P., et al., *Comparison of strategies for sustaining weight loss: the weight loss maintenance randomized controlled trial*. *JAMA*, 2008. **299**(10): p. 1139-48.
19. Dansinger, M.L., et al., *Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial*. *JAMA*, 2005. **293**(1): p. 43-53.
20. Runkel, N., et al., *Evidence-based German guidelines for surgery for obesity*. *Int J Colorectal Dis*, 2011. **26**(4): p. 397-404.
21. Pardela, M., et al., *The progress in bariatric surgery*. *J Physiol Pharmacol*, 2005. **56 Suppl 6**: p. 35-44.
22. Saltzman, E. and J.P. Karl, *Nutrient deficiencies after gastric bypass surgery*. *Annu Rev Nutr*, 2013. **33**: p. 183-203.
23. Sjostrom, L., et al., *Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery*. *N Engl J Med*, 2004. **351**(26): p. 2683-93.
24. Sjostrom, L., et al., *Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects*. *N Engl J Med*, 2007. **357**(8): p. 741-52.
25. Buchwald, H., et al., *Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis*. *JAMA*, 2004. **292**(14): p. 1724-37.
26. Mingrone, G., et al., *Bariatric surgery versus conventional medical therapy for type 2 diabetes*. *N Engl J Med*, 2012. **366**(17): p. 1577-85.
27. Schauer, P.R., et al., *Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes--3-year outcomes*. *N Engl J Med*, 2014. **370**(21): p. 2002-13.
28. (CA-ADIP), C.A.f.A. *S3-Leitlinie: Chirurgie der Adipositas*. 2010 19.01.2014]; Available from: <http://www.adipositas-gesellschaft.de/fileadmin/PDF/Leitlinien/ADIP-6-2010.pdf>.
29. Jurowich, C., et al., *Improvement of Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) After Bariatric Surgery--Who Fails in the Early Postoperative Course?* *Obes Surg*, 2012. **22**(10): p. 1521-6.
30. Buchwald, H., et al., *Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis*. *Am J Med*, 2009. **122**(3): p. 248-256 e5.
31. Carlsson, L.M., et al., *Bariatric surgery and prevention of type 2 diabetes in Swedish obese subjects*. *N Engl J Med*, 2012. **367**(8): p. 695-704.
32. Faria, G., et al., *Acute improvement in insulin resistance after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass: is 3 days enough to correct insulin metabolism?* *Obes Surg*, 2013. **23**(1): p. 103-10.
33. Adams, T.D., et al., *Health benefits of gastric bypass surgery after 6 years*. *JAMA*, 2012. **308**(11): p. 1122-31.

34. Getty, J.L., et al., *Changes in renal function following Roux-en-Y gastric bypass: a prospective study*. *Obes Surg*, 2012. **22**(7): p. 1055-9.
35. Adams, T.D., et al., *Long-term mortality after gastric bypass surgery*. *N Engl J Med*, 2007. **357**(8): p. 753-61.
36. Oria, H.E. and M.K. Moorehead, *Bariatric analysis and reporting outcome system (BAROS)*. *Obes Surg*, 1998. **8**(5): p. 487-99.
37. Campos, G.M., et al., *Better weight loss, resolution of diabetes, and quality of life for laparoscopic gastric bypass vs banding: results of a 2-cohort pair-matched study*. *Arch Surg*, 2011. **146**(2): p. 149-55.
38. Inabnet, W.B., 3rd, et al., *Early outcomes of bariatric surgery in patients with metabolic syndrome: an analysis of the bariatric outcomes longitudinal database*. *J Am Coll Surg*, 2012. **214**(4): p. 550-6; discussion 556-7.
39. Puzziferri, N., et al., *Long-term follow-up after bariatric surgery: a systematic review*. *Jama*, 2014. **312**(9): p. 934-42.
40. Yaghoobian, A., et al., *Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy achieve comparable weight loss at 1 year*. *Am Surg*, 2012. **78**(12): p. 1325-8.
41. Zuegel, N.P., et al., *Complications and outcome after laparoscopic bariatric surgery: LAGB versus LRYGB*. *Langenbecks Arch Surg*, 2012. **397**(8): p. 1235-41.
42. Prachand, V.N., M. Ward, and J.C. Alverdy, *Duodenal switch provides superior resolution of metabolic comorbidities independent of weight loss in the super-obese (BMI > or = 50 kg/m²) compared with gastric bypass*. *J Gastrointest Surg*, 2010. **14**(2): p. 211-20.
43. Duarte, M.I., et al., *Impact on quality of life, weight loss and comorbidities: a study comparing the biliopancreatic diversion with duodenal switch and the banded Roux-en-Y gastric bypass*. *Arq Gastroenterol*, 2014. **51**(4): p. 320-7.
44. Still, C.D., et al., *Preoperative prediction of type 2 diabetes remission after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a retrospective cohort study*. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2014. **2**(1): p. 38-45.
45. Cazzo, E., et al., *Impact of Roux-en-Y gastric bypass on metabolic syndrome and insulin resistance parameters*. *Diabetes Technol Ther*, 2014. **16**(4): p. 262-5.
46. Moize, V., et al., *Long-term dietary intake and nutritional deficiencies following sleeve gastrectomy or Roux-En-Y gastric bypass in a mediterranean population*. *J Acad Nutr Diet*, 2013. **113**(3): p. 400-10.
47. Signori, C., et al., *Effect of gastric bypass on vitamin D and secondary hyperparathyroidism*. *Obes Surg*, 2010. **20**(7): p. 949-52.
48. Dalcanale, L., et al., *Long-term nutritional outcome after gastric bypass*. *Obes Surg*, 2010. **20**(2): p. 181-7.
49. Bal, B.S., et al., *Nutritional deficiencies after bariatric surgery*. *Nat Rev Endocrinol*, 2012. **8**(9): p. 544-56.
50. Ukleja, A., *Dumping syndrome: pathophysiology and treatment*. *Nutr Clin Pract*, 2005. **20**(5): p. 517-25.
51. Tack, J., et al., *Pathophysiology, diagnosis and management of postoperative dumping syndrome*. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2009. **6**(10): p. 583-90.

52. Padoin, A.V., et al., *Obese patients with type 2 diabetes submitted to banded gastric bypass: greater incidence of dumping syndrome*. *Obes Surg*, 2009. **19**(11): p. 1481-4.
53. Loss, A.B., et al., *[Analysis of the dumping syndrome on morbid obese patients submitted to Roux en Y gastric bypass]*. *Rev Col Bras Cir*, 2009. **36**(5): p. 413-9.
54. Banerjee, A., et al., *The role of dumping syndrome in weight loss after gastric bypass surgery*. *Surg Endosc*, 2013. **27**(5): p. 1573-8.
55. Mallory, G.N., A.M. Macgregor, and C.S. Rand, *The Influence of Dumping on Weight Loss After Gastric Restrictive Surgery for Morbid Obesity*. *Obes Surg*, 1996. **6**(6): p. 474-478.
56. Cunneen, S.A., et al., *Clinical outcomes of the Realize Adjustable Gastric Band-C at 2 years in a United States population*. *Surg Obes Relat Dis*, 2013. **9**(6): p. 885-93.
57. Genco, A., et al., *Multi-centre European experience with intragastric balloon in overweight populations: 13 years of experience*. *Obes Surg*, 2013. **23**(4): p. 515-21.
58. Lopez-Nava, G., et al., *BioEnterics(R) intragastric balloon (BIB(R)). Single ambulatory center Spanish experience with 714 consecutive patients treated with one or two consecutive balloons*. *Obes Surg*, 2011. **21**(1): p. 5-9.
59. Vage, V., et al., *Changes in obesity-related diseases and biochemical variables after laparoscopic sleeve gastrectomy: a two-year follow-up study*. *BMC Surg*, 2014. **14**: p. 8.
60. Humphreys, M.L., et al., *Duodenal switch--the initial experience in New Zealand*. *N Z Med J*, 2014. **127**(1392): p. 38-47.
61. Toussi, R., K. Fujioka, and K.J. Coleman, *Pre- and postsurgery behavioral compliance, patient health, and postbariatric surgical weight loss*. *Obesity (Silver Spring)*, 2009. **17**(5): p. 996-1002.
62. Harper, J., et al., *What happens to patients who do not follow-up after bariatric surgery?* *Am Surg*, 2007. **73**(2): p. 181-4.
63. Gould, J.C., et al., *Impact of routine and long-term follow-up on weight loss after laparoscopic gastric bypass*. *Surg Obes Relat Dis*, 2007. **3**(6): p. 627-30; discussion 630.
64. Bavaresco, M., et al., *Nutritional course of patients submitted to bariatric surgery*. *Obes Surg*, 2010. **20**(6): p. 716-21.
65. Krause, D.S. *Nachsorge Magenbypass*. 2004-2013 19.12.2013]; Available from: <http://www.adipositas-nord.de/chirurgische-therapie/nachsorge-nach-bariatrischer-op/magenbypass>.
66. *Übergewichtschirurgie-Nachsorge*. 2006 19.12.2013]; Available from: <http://www.uniklinik-freiburg.de/chirurgie/live/schwerpunkte/uebergewicht/nachsorge.html>.
67. Koestler, D. *Zentrum für Adipositaschirurgie*. 11.01.2014]; Available from: <http://www.adipositaschirurgie.ch>.
68. Schimpl-Neimanns, B. *Mikrodaten-Tools Zur Umsetzung des Internationalen Sozioökonomischen Index des beruflichen Status (ISEI) mit den Mikrozinsen ab 1996*. 2004 02.12.2013]; Available from: http://www.gesis.org/missy/fileadmin/missy/klassifikationen/ISEI/ISEI_STATA/isei_mz.pdf.
69. van der Kleij, F.G., et al., *Diagnostic value of dumping provocation in patients after gastric surgery*. *Scand J Gastroenterol*, 1996. **31**(12): p. 1162-6.

70. Haubitz, I., *Beschreibung statistischer Methoden*. 1995.
71. Faes, G. *Statistik-Anwendungsorientierte statistische Grundlagen*. 2013 02.12.2013]; Available from: <http://www.faes.de/Basis/Basis-Statistik/Basis-Statistik-Chi-Quad-Test/basis-statistik-chi-quad-test.html>.
72. Pernerstorfer, G. *Rangvarianzanalyse*. 2009 02.12.2013]; Available from: <http://www.mathe-online.at/materialien/georg.pernerstorfer/files/Kap5/rg-va.pdf>.
73. Hehn, U.v. *Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman*. 2013 02.12.2013]; Available from: http://medistat.de/statistikberatung-glossar-artikel.php?id=Rangkorrelationskoeffizient_nach_Spearman.
74. *Rangkorrelationskoeffizient*. 2013 03.12.2013]; Available from: <http://de.wikipedia.org/wiki/Rangkorrelationskoeffizient>.
75. *Body Mass Index (BMI) der erwachsenen Bevölkerung*. 2003/2004 04.09.2013 20.11.2013]; Available from: http://www.gbe-bund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gastg&p_aid=&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=8397::Body-Mass-Index.
76. Liu, S.C., et al., *Effect of antidiabetic agents added to metformin on glycaemic control, hypoglycaemia and weight change in patients with type 2 diabetes: a network meta-analysis*. *Diabetes Obes Metab*, 2012. **14**(9): p. 810-20.
77. Qaseem, A., et al., *Oral pharmacologic treatment of type 2 diabetes mellitus: a clinical practice guideline from the American College of Physicians*. *Ann Intern Med*, 2012. **156**(3): p. 218-31.
78. Knowler, W.C., et al., *10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study*. *Lancet*, 2009. **374**(9702): p. 1677-86.
79. Goring, S.M., et al., *Dapagliflozin compared with other oral anti-diabetes treatments when added to metformin monotherapy: a systematic review and network meta-analysis*. *Diabetes Obes Metab*, 2013.
80. *Hypertonie*. 2013 01.07.2016]; Available from: <http://www.euro.who.int/de/about-us/whd/past-themes-of-world-health-day/world-health-day-2013-focus-on-high-blood-pressure/about-hypertension>.
81. *Prävalenz und Inzidenz von Diabetes mellitus in Deutschland*. 2016 01.07.2016]; Available from: <http://www.aerzteblatt.de/archiv/175332>.
82. Stroh, C., et al., *[Comment on Gender-Specific Aspects in Obesity and Metabolic Surgery--Analysis of Data from the German Bariatric Surgery Registry]*. *Zentralbl Chir*, 2015. **140**(3): p. 285-93.
83. Jenkins, T.M., et al., *Distance to clinic and follow-up visit compliance in adolescent gastric bypass cohort*. *Surg Obes Relat Dis*, 2011. **7**(5): p. 611-5.
84. Khorgami, Z., et al., *Predictors of Postoperative Aftercare Attrition among Gastric Bypass Patients*. *Bariatric Surg Pract Patient Care*, 2015. **10**(2): p. 79-83.
85. Mitchell, A.J., *Depressed patients and treatment adherence*. *Lancet*, 2006. **367**(9528): p. 2041-3.
86. Zapico, A.G., et al., *Nutrition and physical activity programs for obesity treatment (PRONAF study): methodological approach of the project*. *BMC Public Health*, 2012. **12**: p. 1100.
87. Sarwer, D.B., et al., *Preoperative eating behavior, postoperative dietary adherence, and weight loss after gastric bypass surgery*. *Surg Obes Relat Dis*, 2008. **4**(5): p. 640-6.

88. Junior, W.S., J.L. do Amaral, and C.B. Nonino-Borges, *Factors related to weight loss up to 4 years after bariatric surgery*. *Obes Surg*, 2011. **21**(11): p. 1724-30.
89. de Wit, L.M., et al., *Depressive and anxiety disorders: Associated with losing or gaining weight over 2 years?* *Psychiatry Res*, 2015. **227**(2-3): p. 230-7.
90. Shams, T.A. and D.J. Muller, *Antipsychotic induced weight gain: genetics, epigenetics, and biomarkers reviewed*. *Curr Psychiatry Rep*, 2014. **16**(10): p. 473.
91. Vrana-Reisinger, B. *Metabolische Effekte langfristiger Psychopharmakotherapie bei Patienten mit chronischen psychiatrischen Erkrankungen*. 2010 11.06.2015]; Available from: http://edoc.ub.uni-muenchen.de/12574/1/Vrana-Reisinger_Barbara.pdf.
92. Mor, A., et al., *Weight loss at first postoperative visit predicts long-term outcome of Roux-en-Y gastric bypass using Duke weight loss surgery chart*. *Surg Obes Relat Dis*, 2012. **8**(5): p. 556-60.
93. Wise, E.S., K.M. Hocking, and S.M. Kavic, *Prediction of excess weight loss after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass: data from an artificial neural network*. *Surg Endosc*, 2016. **30**(2): p. 480-8.
94. Bestall, J.C., et al., *Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease*. *Thorax*, 1999. **54**(7): p. 581-6.
95. Büsching, G., *Wenn die Luft wegbleibt*. *physiopraxis*, 2009: p. 41.
96. Gletsu-Miller, N. and B.N. Wright, *Mineral malnutrition following bariatric surgery*. *Adv Nutr*, 2013. **4**(5): p. 506-17.
97. Wortsman, J., et al., *Decreased bioavailability of vitamin D in obesity*. *Am J Clin Nutr*, 2000. **72**(3): p. 690-3.
98. Beckman, L.M., et al., *Serum 25(OH) vitamin D concentration changes after Roux-en-Y gastric bypass surgery*. *Obesity (Silver Spring)*, 2013. **21**(12): p. E599-606.
99. Poulsen, K., B. Cleal, and I. Willaing, *Diabetes and work: 12-year national follow-up study of the association of diabetes incidence with socioeconomic group, age, gender and country of origin*. *Scand J Public Health*, 2014. **42**(8): p. 728-33.
100. Agardh, E., et al., *Type 2 diabetes incidence and socio-economic position: a systematic review and meta-analysis*. *Int J Epidemiol*, 2011. **40**(3): p. 804-18.
101. Hilding, A., C. Shen, and C.G. Ostenson, *Social network and development of prediabetes and type 2 diabetes in middle-aged Swedish women and men*. *Diabetes Res Clin Pract*, 2015. **107**(1): p. 166-77.
102. Lidfeldt, J., et al., *Women living alone have an increased risk to develop diabetes, which is explained mainly by lifestyle factors*. *Diabetes Care*, 2005. **28**(10): p. 2531-6.
103. Yan, H., et al., *Defining and predicting complete remission of type 2 diabetes: a short-term efficacy study of open gastric bypass*. *Obes Facts*, 2013. **6**(2): p. 176-84.
104. Ding, E.L., et al., *Sex differences of endogenous sex hormones and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis*. *Jama*, 2006. **295**(11): p. 1288-99.
105. Robert, M., et al., *Predictive factors of type 2 diabetes remission 1 year after bariatric surgery: impact of surgical techniques*. *Obes Surg*, 2013. **23**(6): p. 770-5.
106. Kim, M.K., et al., *Visceral obesity is a negative predictor of remission of diabetes 1 year after bariatric surgery*. *Obesity (Silver Spring)*, 2011. **19**(9): p. 1835-9.

107. Hall, T.C., et al., *Preoperative factors predicting remission of type 2 diabetes mellitus after Roux-en-Y gastric bypass surgery for obesity*. *Obes Surg*, 2010. **20**(9): p. 1245-50.
108. Pories, W.J., et al., *Surgical treatment of obesity and its effect on diabetes: 10-y follow-up*. *Am J Clin Nutr*, 1992. **55**(2 Suppl): p. 582s-585s.
109. Schauer, P.R., et al., *Effect of laparoscopic Roux-en Y gastric bypass on type 2 diabetes mellitus*. *Ann Surg*, 2003. **238**(4): p. 467-84; discussion 84-5.
110. Hatoum, I.J., et al., *Clinical Factors Associated With Remission of Obesity-Related Comorbidities After Bariatric Surgery*. *JAMA Surg*, 2016. **151**(2): p. 130-7.
111. Benaiges, D., et al., *Predictors of Hypertension Remission and Recurrence After Bariatric Surgery*. *Am J Hypertens*, 2016. **29**(5): p. 653-9.
112. Flores, L., et al., *Hypertension remission 1 year after bariatric surgery: predictive factors*. *Surg Obes Relat Dis*, 2014. **10**(4): p. 661-5.
113. Sugerman, H.J., et al., *Diabetes and hypertension in severe obesity and effects of gastric bypass-induced weight loss*. *Ann Surg*, 2003. **237**(6): p. 751-6; discussion 757-8.
114. Carlin, A.M., K.M. Yager, and D.S. Rao, *Vitamin D depletion impairs hypertension resolution after Roux-en-Y gastric bypass*. *Am J Surg*, 2008. **195**(3): p. 349-52; discussion 352.
115. Geubbels, N., et al., *Risk Stratification Models: How Well do They Predict Adverse Outcomes in a Large Dutch Bariatric Cohort?* *Obes Surg*, 2015.
116. Lorente, L., et al., *Obesity surgery mortality risk score for the prediction of complications after laparoscopic bariatric surgery*. *Cir Esp*, 2014. **92**(5): p. 316-23.
117. Finks, J.F., et al., *Predicting risk for serious complications with bariatric surgery: results from the Michigan Bariatric Surgery Collaborative*. *Ann Surg*, 2011. **254**(4): p. 633-40.
118. Sanni, A., et al., *Postoperative complications in bariatric surgery using age and BMI stratification: a study using ACS-NSQIP data*. *Surg Endosc*, 2014. **28**(12): p. 3302-9.
119. Zindrou, D., K.M. Taylor, and J.P. Bagger, *Preoperative haemoglobin concentration and mortality rate after coronary artery bypass surgery*. *Lancet*, 2002. **359**(9319): p. 1747-8.
120. Carson, J.L., et al., *Effect of anaemia and cardiovascular disease on surgical mortality and morbidity*. *Lancet*, 1996. **348**(9034): p. 1055-60.
121. Dunne, J.R., et al., *Perioperative anemia: an independent risk factor for infection, mortality, and resource utilization in surgery*. *J Surg Res*, 2002. **102**(2): p. 237-44.
122. Blackstone, R.P. and M.C. Cortes, *Metabolic acuity score: effect on major complications after bariatric surgery*. *Surg Obes Relat Dis*, 2010. **6**(3): p. 267-73.
123. Fish, E., et al., *Vitamin D status of morbidly obese bariatric surgery patients*. *J Surg Res*, 2010. **164**(2): p. 198-202.
124. Karefylakis, C., et al., *Vitamin D status 10 years after primary gastric bypass: gravely high prevalence of hypovitaminosis D and raised PTH levels*. *Obes Surg*, 2014. **24**(3): p. 343-8.
125. Youssef, Y., et al., *Risk of secondary hyperparathyroidism after laparoscopic gastric bypass surgery in obese women*. *Surg Endosc*, 2007. **21**(8): p. 1393-6.
126. Christensen, P., et al., *Improved nutritional status and bone health after diet-induced weight loss in sedentary osteoarthritis patients: a prospective cohort study*. *Eur J Clin Nutr*, 2012. **66**(4): p. 504-9.

127. Kimmons, J.E., et al., *Associations between body mass index and the prevalence of low micronutrient levels among US adults*. MedGenMed, 2006. **8**(4): p. 59.
128. Ernst, B., et al., *Evidence for the necessity to systematically assess micronutrient status prior to bariatric surgery*. Obes Surg, 2009. **19**(1): p. 66-73.
129. Tack, J. and E. Deloose, *Complications of bariatric surgery: dumping syndrome, reflux and vitamin deficiencies*. Best Pract Res Clin Gastroenterol, 2014. **28**(4): p. 741-9.
130. Rohrig, G., et al., *Association of anemia and hypoalbuminemia in German geriatric inpatients : Relationship to nutritional status and comprehensive geriatric assessment*. Z Gerontol Geriatr, 2015.
131. Costa, L.D., et al., *[Nutritional and metabolic evaluation of patients after one year of gastric bypass surgery]*. Rev Col Bras Cir, 2010. **37**(2): p. 96-101.
132. Salgado, W., Jr., et al., *Anemia and iron deficiency before and after bariatric surgery*. Surg Obes Relat Dis, 2014. **10**(1): p. 49-54.
133. Antwerpes, D.F. *CHA2DS2-VASc-Score*. 2017 11.08.2017]; Available from: <http://flexikon.doccheck.com/de/CHA2DS2-VASc-Score>.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich insbesondere bei Herrn Priv.-Doz. Dr. med. C. Jurowich für die Möglichkeit der Durchführung einer Promotionsarbeit in seiner Abteilung sowie die Unterstützung bei der Entstehung und Entwicklung der Arbeit.

Frau Dr. med. C. Corteville danke ich für den stetigen Beistand von Beginn bis zum Ende meiner Promotionsarbeit, insbesondere durch konstruktive Kritik, diverse Korrekturen und hilfreiche Ideen.

Ich danke Frau Dr. Imme R. Haubitz herzlich für die notwendigen Berechnungen der Statistik, ohne welche die Durchführung der Arbeit nicht möglich gewesen wäre, sowie ein immer offenes Ohr für statistische Fragen.

Für die Bereitstellung von Patientendaten danke ich herzlich Frau Dr. med. G. Bender und Frau K. Bischof.

Meiner Cousine Julia danke ich sehr für die professionelle Grammatik- und Rechtschreibkorrektur meiner Arbeit.

Meinen Eltern Liane und Georg, meiner Schwester Nicole und meinem Mann Marco danke ich vielmals für die jahrelange unermüdliche Unterstützung und Motivation während des Schreibens meiner Promotionsarbeit.