

**Evaluation der Proteinaufnahme sowie Vitamin- und
Mineralstoffsupplementation in Übereinstimmung
mit der S3-Leitlinie nach bariatrischer Operation
(BOP_STUDIE)**

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science im Fach Diätetik

Hochschule Neubrandenburg



Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Studiengang Diätetik

**Durchgeführt in der
Ernährungsmedizin der Universitätsklinik Greifswald**

Eingereicht von: **Franziska Wilke**

1. Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. Luzia Valentini

2. Gutachter: Dr. med. Antje Steveling

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis.2020-0130-2

Neubrandenburg, den 20.07.2020

Inhaltsverzeichnis

I.	Tabellenverzeichnis.....	I
II.	Abbildungsverzeichnis.....	III
III.	Abkürzungsverzeichnis.....	IV
IV.	Abstrakt (deutsch)	V
V.	Abstract (english)	VI
1.	Einleitung	1
2.	Theoretischer Hintergrund.....	3
2.1.	Adipositas- und metabolische Chirurgie	3
2.1.1.	Indikationen.....	3
2.1.2.	Kontraindikationen	3
2.2.	Operationsverfahren.....	4
2.2.1.	Sleeve Gastrektomie	4
2.2.2.	Roux-en-Y-Magenbypass.....	5
2.3.	Postoperative Ernährungsempfehlungen gemäß der S3-Leitlinie	5
2.3.1.	Protein.....	5
2.3.2.	Vitamin D und Calcium.....	6
2.3.3.	Magnesium	7
2.3.4.	Eisen.....	7
2.3.5.	Vitamin B12, B1, Folsäure.....	8
2.3.6.	Vitamine A, E, K.....	8
2.3.7.	Zink, Kupfer, Selen.....	9
2.4.	Nährstoffmonitoring.....	9
3.	Methodik	10
3.1.	Studiendesign	10
3.2.	Probandencharakterisierung	10
3.3.	Rekrutierungsablauf	10
3.4.	Flow Chart zur Probandenwahl	11
3.5.	Studienablauf	12
3.6.	Untersuchungsmethoden	12
3.6.1.	Anthropometrische Messungen.....	12
3.6.2.	Trizeps-Hautfaltenmessung.....	13
3.6.3.	Blutdruck- und Pulsmessung.....	13
3.6.4.	Muskelkraft.....	13
3.6.5.	Bestimmung der Körperzusammensetzung.....	14
3.6.6.	Blutabnahme.....	15
3.7.	Instrumente der Datenerhebung.....	15

3.7.1.	SF-12 Fragebogen	15
3.7.2.	SHIP01 – Fragebogen.....	15
3.7.3.	Indexbildung des sozioökonomischen Status	16
3.7.4.	Ernährungsprotokoll	16
3.7.5.	Indexbildung zur Einhaltung von Ernährungsempfehlungen	16
3.7.6.	Labor_Score	17
3.8.	Statistik	17
4.	Ergebnisse	18
4.1.	Grundcharakteristik	18
4.1.1.	Geschlecht und Alter	18
4.1.2.	Operationsverfahren und postoperativer Zeitraum	18
4.1.3.	Rauchgewohnheiten.....	18
4.1.4.	Grunderkrankungen	18
4.1.5.	Anthropometrie, Handkraft und Körperzusammensetzung	19
4.1.6.	Blutdruck- und Pulsmessung.....	21
4.1.7.	Laborparameter.....	21
4.1.8.	Ernährungsgewohnheiten	24
4.1.9.	Lebensqualität.....	27
4.1.10.	Sozioökonomischer Status (SES).....	27
4.2.	Primäres Ziel: Einhaltung der Ernährungsempfehlungen.....	29
4.2.1.	Proteinaufnahme.....	29
4.2.2.	Vitamin- und Mineralstoffsupplementation.....	30
4.3.	Sekundäres Ziel: Einfluss des sozioökonomischen Status (SES) auf die Adhärenz	32
4.3.1.	Korrelationen zwischen dem sozioökonomischen Status (SES) und der Adhärenz.....	33
4.3.2.	Unterschiede zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status hinsichtlich der Anthropometrie und Muskelkraft.....	33
4.3.3.	Korrelationen zwischen dem SES und der Anthropometrie, Muskelkraft und Körperzusammensetzung	35
4.4.	Sekundäres Ziel: Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Hinblick auf die Adhärenz	37
4.5.	Sekundäres Ziel: Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Hinblick auf die Adhärenz	38
4.6.	Sekundäres Ziel: Einfluss der Supplementation auf den Vitamin- und Mineralstoffstatus	38
4.6.1.	Korrelationen zwischen der Vitamin- und Mineralstoffsupplementation und den Laborparametern.....	41
5.	Diskussion.....	42
5.1.	Einhaltung der Proteinaufnahme	42

5.2.	Einfluss des sozioökonomischen Status (SES) auf die Adhärenz.....	44
5.3.	Einhaltung der Supplementation mit Vitaminen und Mineralstoffen	45
5.4.	Limitationen und Stärken.....	46
6.	Schlussfolgerung.....	48
7.	Literaturverzeichnis	49
8.	Danksagung	53
9.	Anhänge.....	54
9.1.	Übersicht zur prophylaktischen Supplementierung gemäß der S3-Leitlinie:	54
9.2.	SF-12 Fragebogen	55
9.3.	SHIP01 – Fragebogen.....	60
9.4.	Berechnungsgrundlage für den sozioökonomischen Status	69
9.5.	7 – Tage Ernährungsprotokoll	70
9.6.	Index zur Einhaltung der postoperativen Ernährungsempfehlungen.....	72
9.7.	Labor_Score.....	74
9.8.	Zusätzliche Ergebnisse	75
10.	Eidesstattliche Versicherung	79

I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Indikationen der Adipositas- und metabolischen Chirurgie gemäß der S3-Leitlinie 3	
Tabelle 2: Inklusions- und Exklusionskriterien	10
Tabelle 3: Vergleich der Anthropometrie und Handkraft zwischen den beiden Operationsverfahren.....	19
Tabelle 4: Vergleich der Körperzusammensetzung zwischen den beiden Operationsverfahren	19
Tabelle 5: Vergleich der Blutdruck- und Pulsmessung zwischen den beiden Operationsverfahren.....	21
Tabelle 6: Vergleich der Laborparameter zwischen den beiden Operationsverfahren	21
Tabelle 7: Vergleich der Makronährstoffaufnahme zwischen den beiden Operationsverfahren	24
Tabelle 8: Vergleich der Mikronährstoffaufnahme zwischen den beiden Operationsverfahren	25
Tabelle 9: Vergleich der Lebensqualität zwischen Patienten*innen der BOP_Studie mit der Normalbevölkerung und mit der Bevölkerung mit Adipositas	27
Tabelle 10: Auswertung des SHIP01 für die Berechnung des Schichtindex zur Bildung des Sozioökonomischen Status	27
Tabelle 11: Auswertung der Berechnungsgrundlage für den Schichtindex (Ergebnisse des SES_Scores).....	28
Tabelle 12: zusätzliche Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen	30
Tabelle 13: MW-Vergleiche zur Einhaltung der Ernährungsempfehlungen zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status.....	32
Tabelle 14: Korrelationsanalysen zwischen dem SES_SCORE und der Proteinaufnahme sowie den einzelnen Scores zur Einhaltung der Ernährungsempfehlungen (P_SCORE; MV_SCORE; EE_SCORE).....	33
Tabelle 15: MW-Vergleiche der Anthropometrie und Handkraft zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status	33
Tabelle 16: MW-Vergleiche der Körperzusammensetzung zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status	34
Tabelle 17: Korrelationen zwischen dem SES_SCORE und der Anthropometrie, Handkraft und Körperzusammensetzung.....	35
Tabelle 18: MW-Vergleiche zwischen „Jüngeren“ und „Älteren“ hinsichtlich der Einhaltung von Ernährungsempfehlungen	37

Tabelle 19: MW-Vergleich zwischen Frauen und Männern hinsichtlich der Einhaltung von Ernährungsempfehlungen	38
Tabelle 20: MW-Vergleich des Vitamin- und Mineralstoffstatus zwischen dem „niedrigen“ und „hohen“ MV_SCORE	38
Tabelle 21: Häufigkeitsverteilungen zur Auswertung der Laboruntersuchung gemäß der S3-Leitlinie für das Nährstoff-Monitoring	40
Tabelle 22: Korrelationen zwischen dem MV_SCORE und den Laborparametern.....	41

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Roux-en-Y-Magenbypass (links) und Sleeve-Gastrektomie (rechts)	5
Abbildung 2: Einteilung des sozioökonomischen Status (SES) in niedrig, mittel, hoch (n=35).....	29
Abbildung 3: Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte des Protein_Scores (P_SCORE) (n=35).....	29
Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Einnahme eines MVM-Präparates.....	30
Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte des Vitamin- und Mineralstoffscore (MV_SCORE) in niedrige und hohe Adhärenz	31
Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte beim Ernährungsempfehlungsscore (EE_SCORE)	31
Abbildung 7: Boxplotdarstellung der MW-Vergleiche der Proteinaufnahme zwischen den Gruppen des SES	32
Abbildung 8: Boxplotdarstellung der MW-Vergleiche des MV_SCORE zwischen den Gruppen des SES	32
Abbildung 9: Boxplotdarstellung der MW-Vergleiche der Fettmasse (kg) zwischen den Gruppen des SES	35
Abbildung 10: Boxplotdarstellungen der MW-Vergleiche der fettfreien Masse (kg) zwischen den Gruppen des SES.....	35
Abbildung 11: Streudiagrammdarstellung der Korrelationen zwischen dem SES_Score und der FM (kg).....	36
Abbildung 12: Streudiagrammdarstellung der Korrelationen zwischen dem SES_Score und der FFM (kg).....	36
Abbildung 13: Boxplotdarstellung zum Vergleich zwischen den Altersgruppen und der Proteinaufnahme	37
Abbildung 14: Boxplotdarstellungen der MW-Vergleich der Folsäure-konzentration zwischen dem niedrigen und hohen MV_Score	39
Abbildung 15: Boxplotdarstellung der MW-Vergleiche der 25-OH-D-konzentration zwischen dem niedrigen und hohen MV_Score	39
Abbildung 16: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte beim Labor_Score	40
Abbildung 17: Streudiagrammdarstellung der Korrelationen zwischen dem MV_SCORE und der Folsäure	41
Abbildung 18: Streudiagrammdarstellung der Korrelation zwischen dem MV_SCORE und dem 25-OH-Vitamin D	41

III. Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-mass-index
EE_Score	Ernährungsempfehlungs Score
FFM	fettfreie Masse
FM	Fettmasse
g/kg	Gramm pro Kilogramm
KG	Körpergewicht
MAX	Maximum
MIN	Minimum
MVM-Präparat	Multivitamin- und Mineralstoff Präparat
MV_Score	Vitamin- und Mineralstoff Score
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NG	Normalgewicht (Idealgewicht)
PA	Proteinaufnahme
PI	protein intake
P_Score	Protein Score
PTH	Parathormon
RYGB	Roux-en-Y-Magenbypass
SD	Standardabweichung
SES	sozioökonomischer Status
SG	Sleeve-Gastrektomie

IV. Abstrakt (deutsch)

Hintergrund: Um ernährungsbedingte Komplikationen nach bariatrischen Operationen zu vermeiden, gibt die S3-Leitlinie zur Adipositas-und metabolischer Chirurgie, Ernährungsempfehlungen hinsichtlich der Proteinaufnahme und Vitamin-und Mineralstoffsupplementation heraus. In der BOP_Studie wurde überprüft, ob diese eingehalten werden und ob der sozioökonomische Status (SES), das Alter und Geschlecht die Adhärenz beeinflussen.

Methoden: Eine retro-/prospektive Querschnittstudie wurde vom 03.07.-13.09.2019 am Universitätsklinikum Greifswald durchgeführt. Inkludiert wurden 35 Probanden*innen (69%weiblich, BMI: $36,9 \pm 9,2$ [23,8-58,6] kg/m², Alter: $46,4 \pm 9,6$ [29-63] Jahre mit Roux-en-Y-Magenbypass oder Sleeve-Gastrektomie. Der postoperative Zeitraum betrug 0,5-3,5 Jahre. Zunächst wurden Befragungen zur Mikronährstoffsupplementation vorgenommen. Anschließend erfolgten Messungen zur Anthropometrie, Muskelkraft sowie zur Körperzusammensetzung mittels bioelektrischer Impedanzanalyse. Eine Blutabnahme diente zur Bestimmung des Vitamin-und Mineralstoffstatus. Vor den Untersuchungen wurde ein 7-Tage-Ernährungsprotokoll geführt zur Quantifizierung der Proteinaufnahme. Die Einhaltung der Ernährungsempfehlungen wurde mittels eines selbsterstellten EE_Score ausgewertet. Der SES wurde anhand des SHIP01-Fragenbogens erhoben und mit dem mehrdimensionalen Schichtindex operationalisiert.

Resultate: Eine Proteinaufnahme von ≥ 60 g/d erreichten 54,3% des Patientenkollektivs. Ein mittlerer/hocher SES war mit einer höheren Proteinaufnahme assoziiert. (Proteinaufnahme in g/d: $p=0,088$; Proteinaufnahme in g/kg/NG/d: $p=0,045$). Die Gesamtproteinaufnahme war bei „Jüngeren“ signifikant höher als bei „Älteren“ ($p=0,043$), bei Frauen und Männern war sie vergleichbar. Bei 62,9% der Patienten*innen war die Mikronährstoffsupplementation inadäquat. 51% der Patienten*innen hatten 25-OH-Serumkonzentrationswerte <30 ng/l. Eine höhere Adhärenz war mit signifikant höheren Serumwerten von Folsäure ($p=0,002$) und 25-OH-D3 ($p=0,010$) verbunden. Die Adhärenz korrelierte positiv mit Serumwerten von Folsäure ($r=0,730$, $p=0,000$) und 25-OH-D ($r=0,537$, $p=0,001$).

Konklusion: Die Ergebnisse unterstützen die aktuellen Ernährungsempfehlungen. Im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen sollten der SES und das Alter berücksichtigt werden. Eine Mikronährstoffsupplementation kann postoperative Ernährungsdefizite vorbeugen.

V. Abstract (english)

Background: Bariatric surgery is at risk of nutritional deficiencies. The S3-guideline on obesity-and metabolic surgery provides recommendations for protein intake (PI) and micronutrient supplementation. The BOP_Studie aims to analyse the adherence of recommendations und examines the influence of socioeconomic status (SES), age and gender.

Methods: A retrospective/prospective cross-sectional study was performed at the university hospital in Greifswald from 03.07.-13.09.2019. 35 subjects with RYGB or SG (69%women, BMI:36.9±9.2 kg/m², age:46.4±9.6 years), were included. The postoperative period was 0,5-3,5 years. A micronutrient supplementation history was conducted. Anthropometry, muscle strength and body composition by using bioelectrical impedance analysis, were measured. Blood samples were taken to analyse the vitamin status. PI was assessed by using 7-day-dietary-protocol. The adherence of the recommendations was evaluated with a developed EE_Score. A SHIP01-Questionnaire were used to collected sociodemographic data. The SES was quantified with a multidimensional index.

Results: 54,3% of patient adhered to the recommended PI ≥60g/d. A medium/higher SES was associated with a better adherence (total-PI:p=0,088 and PI g/kg/NG/d:p=0,045). A younger age was associated with a higher total PI (p=0.043). The protein intake was comparable in women and men. Supplementation was inadequate in 62.9% of patient. 51% of patient presented concentrations of 25-OH-VitaminD <30ng/l. Better adherence was associated with significantly higher serum values of folic acid (p=0.002) and 25-OH-D3 (p=0.010). Adherence of supplementation correlated positively with serum values of folic acid (r=0.730;p=0.000) and 25-OH-D (r=0.537;p=0.001).

Conclusion: The BOP_Study confirms the nutritional recommendations. The SES and age should consider at post-operative treatment. A supplementation may prevent nutritional deficiencies.

1. Einleitung

Ein Überangebot an hochkalorischen Lebensmitteln wie Fast Food, zuckerhaltigen Snacks und Getränken, sowie eine zunehmende körperliche Inaktivität, lassen die Prävalenz der Adipositas weltweit steigen [1, 2]. Auch hierzulande hat die Erkrankung bereits epidemiologische Ausmaße angenommen und ist zu einem Problem unserer Gesellschaft geworden [1]. Die Folgen für die Betroffenen sind neben der eingeschränkten Lebensqualität, auch die Entstehung von Sekundärerkrankungen, wie z.B. Diabetes mellitus Typ 2, Hypertonie und Herz-Kreislauferkrankungen [3]. Ein zunehmender Body-Mass-Index (BMI) erhöht das Risiko der Morbidität und Mortalität [3].

Die Adipositaschirurgie kommt zum Einsatz, wenn herkömmliche Therapieansätze zur Bekämpfung der Adipositas ausgeschöpft sind [4]. Bariatrische Operationen tragen zu einer nachhaltigen Gewichtsreduktion, zur Verbesserung von Komorbiditäten und zu einer Steigerung der Lebensqualität bei [4]. Chirurgische Eingriffe können restriktiv, malabsorptiv oder eine Kombination aus beiden Mechanismen sein. Die am häufigsten verwendeten Verfahren stellen die Sleeve Gastrektomie (SG) und der Roux-en-Magenbypass (RYGB) dar [5]. Nach einer bariatrischen Operation kommt es zur Veränderung der Verdauungsleistung, der Nahrungsaufnahme und des Essverhaltens [4]. Aufgrund einer stark eingeschränkten Nahrungsaufnahme, werden nur noch unzureichend Makro- und Mikronährstoffe aufgenommen. Daher besteht die Gefahr nutritiver Defizite nach einer Operation. Zusätzlich begünstigen bestehende präoperative Ernährungsdefizite die postoperativen Mängel [4]. Der häufigste Makronährstoffmangel ist ein Proteinmangel [4]. Bariatrische Operationen erzielen einen raschen Gewichtsverlust und gehen mit einer Abnahme der Fettmasse (FM) einher. Wird zu wenig Eiweiß aufgenommen, kann es zu einem ungewollten Verlust der fettfreien Masse (FFM) kommen. Nach einer gewissen Zeit kann eine zu geringe Muskelmasse das Körpergewicht wieder ansteigen lassen [6]. Durch den Verlust der fettfreien Masse kommt es außerdem zu einer Absenkung von Albumin und Präalbumin im Serum, was zu einer Hypoproteinämie führen kann [7, 8]. Darüber hinaus zählen die Vitamine B1, B12, A, D, E und K sowie die Mineralstoffe Folsäure, Calcium, Eisen, Magnesium, Zink, Kupfer und Selen zu den Mikronährstoffen, bei denen es nach einem bariatrischen Eingriff am häufigsten zu einem Mangel kommt [4]. Um ernährungsbedingte Komplikationen nach einer bariatrischen Operation zu vermeiden, ist eine ausreichende Proteinversorgung sowie eine Supplementation mit Vitaminen und Mineralstoffen obligat. Die S3-Leitlinie zur Chirurgie der Adipositas und metabolischer Erkrankungen empfiehlt eine Proteinaufnahme von mind. 60g pro Tag oder 1,5g/kg bezogen auf das Normalgewicht (NG) pro Tag [4]. Darüber hinaus wird von der S3-Leitlinie die zweimal tägliche Einnahme eines Multivitamin- und

Mineralstoffpräparats empfohlen und die zusätzliche Substitution von Vitamin B12, Eisen, Folsäure, Vitamin D, Calcium und Magnesium [4].

Für postoperative bariatrische Patienten*innen ist eine ernährungstherapeutische Betreuung als Bestandteil einer interdisziplinären Behandlung notwendig. Damit eine adäquate Versorgung mit Proteinen, Vitaminen und Mineralstoffen sichergestellt ist, sollte die diättherapeutische Nachsorge regelmäßig und dauerhaft stattfinden [4]. Um einen langfristigen Erfolg einer bariatrischen Operation zu gewährleisten, ist das Einhalten der Ernährungsempfehlungen der S3-Leitlinie unerlässlich. Die Therapieziele sind abhängig von der Compliance der Patienten*innen und sollten bei der Behandlung berücksichtigt werden.

Das primäre Ziel der BOP-Studie war zu überprüfen, ob mehr als 50% der Patienten*innen die Ernährungsempfehlungen der S3-Leitlinie nach einer bariatrischen Operation hinsichtlich der Proteinaufnahme und der prophylaktischen Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen einhalten.

Sekundär wurde ermittelt, ob ein mittlerer/hocher sozioökonomischer Status (SES), ein höheres Alter und das weibliche Geschlecht mit einer besseren Adhärenz verbunden sind als ein niedriger SES, ein jüngeres Alter und das männliche Geschlecht. Ein weiterführendes Ziel war die Untersuchung, ob die Einhaltung der Mikronährstoffsupplementation mit einem besseren Vitamin- und Mineralstoffstatus verbunden ist.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1. Adipositas- und metabolische Chirurgie

Die Adipositaschirurgie wird durchgeführt, wenn herkömmliche Therapieansätze zur Behandlung krankhafter Fettleibigkeit erfolglos bleiben [4]. Das Ziel ist eine nachhaltige Gewichtsreduktion [4]. Auf diese Weise werden Komorbiditäten reduziert und eine Verbesserung des Gesundheitszustandes erzielt. Bariatrische Operationen werden auch als metabolische Chirurgie bezeichnet, da sie positiv auf den Glucose- und Fettstoffwechsel wirken [4].

2.1.1. Indikationen

Gemäß der S3-Leitlinie zur Chirurgie der Adipositas- und metabolischer Erkrankungen, kann ein bariatrischer Eingriff unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt werden. Diese sind nachfolgend aufgeführt [4]:

Tabelle 1: Indikationen der Adipositas- und metabolischen Chirurgie gemäß der S3-Leitlinie

Adipositaschirurgie	Metabolische Chirurgie
○ $BMI \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ohne Begleiterkrankungen	○ $BMI \geq 40 \text{ kg/m}^2$ und koexistierendem DMT², wenn als Behandlungsziel eher die Verbesserung der Stoffwechsellage im Vordergrund steht als die Gewichtsreduktion
○ $BMI \geq 35 \text{ kg/m}^2$ mit einer oder mehreren Adipositas- assoziierten Begleiterkrankungen¹	○ $BMI \geq 35 \text{ kg/m}^2$ und $< 40 \text{ kg/m}^2$ und koexistierendem DMT² als Empfehlung, wenn die Zielwerte nicht erreicht werden
○ $BMI \geq 50 \text{ kg/m}^2$ als Primärindikation ohne vorherigen konservativen Therapieansatz	○ $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ und $< 35 \text{ kg/m}^2$ und koexistierendem DMT² als Erwägung, wenn die Zielwerte nicht erreicht werden

¹ Diabetes mellitus Typ 2, koronare Herzerkrankung, Herzinsuffizienz, Hyperlipidämie, obstruktives Schlafapnoe Syndrom (OSAS), Arterielle Hypertonie usw.; ² Diabetes mellitus Typ 2

2.1.2. Kontraindikationen

Instabile psychopathologische Zustände, eine unbehandelte Bulimia nervosa oder eine aktive Substanzabhängigkeit stellen gemäß der S3-Leitlinie Kontraindikationen für eine bariatrische Operation dar [4]. Darüber hinaus sollten Adipositas- metabolisch-chirurgische Eingriffe bei bestehenden konsumierenden Grunderkrankungen, malignen Neoplasien sowie unbehandelte endokrine Ursachen, nicht erfolgen [4]. Es besteht das Risiko, dass sich diese Erkrankungen durch eine postoperative katabole Stoffwechsellage verschlechtern [4].

Bei älteren Patienten*innen über 65 Jahre und bei Frauen, die eine Schwangerschaft planen sowie bei bestehenden chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, sollte das Risiko mit dem Nutzen einer bariatrischen Operation abgeschätzt werden [4].

2.2. Operationsverfahren

Die Operationsverfahren können restriktiv, malabsorptiv oder eine Kombination aus beiden Mechanismen sein [3]. Zu den restriktiven Verfahren zählen das Magenband, die Sleeve Gastrektomie oder die vertikale Gastroplastik [3]. Bei diesen Verfahren wird das Magenvolumen verkleinert, sodass die Nahrungsaufnahme eingeschränkt wird. Bei malabsorptiven Verfahren dagegen wird der Chymus nicht mehr ausreichend verdaut, sodass die Aufnahme von Nährstoffen reduziert ist. Zu diesen Verfahren zählen die Biliopankreatische Diversion und der distale oder intestinale Magenbypass [3]. Die Biliopankreatische Diversion mit Duodenalswitch und der Roux-en-Y-Magenbypass stellen eine Kombination aus restriktiven und malabsorptiven Verfahren dar [3]. Bisher existiert kein Goldstandard bei der Wahl des Operationsverfahrens [5]. Am häufigsten kommen die Sleeve Gastrektomie und der Roux-en-Y-Magenbypass zur Anwendung [5]. In der BOP-Studie wurden ausschließlich Patienten*innen mit einem RYGB oder einer SG untersucht. Nachfolgend werden diese beiden Verfahren genauer erläutert.

2.2.1. Sleeve Gastrektomie

Die Sleeve Gastrektomie (engl. sleeve=Schlauch; Schlauchmagen) ist ein restriktives Verfahren, das zur Verkleinerung des Magenvolumens dient. Vom Pylorus ausgehend wird parallel zur kleinen Magenkurvatur ca. 85% des Magens reseziert [3]. Der Magenfundus wird entfernt und ein schlauchförmiger Restmagen mit einem Volumen von 60-400ml bleibt vorhanden [3]. Infolge der Restriktion ist der Magen schneller gefüllt und die Sättigung tritt ein. Es resultiert eine verminderte Nahrungsaufnahme. Weiterhin entstehen hormonelle Veränderungen des Hunger- und Sättigungsgefühls [3]. Der Ghrelin-Spiegel sinkt und die Botenstoffe GLP-1 und Peptid YY werden freigesetzt [3]. Dieser Vorgang reduziert den Appetit. Die Insulinsekretion wird durch GLP-1 stimuliert und die Magensäureproduktion vermindert [3]. Peptid YY wirkt sich positiv auf den Metabolismus aus, indem es die Glucosehomöostase reguliert [3]. Dieses Verfahren begünstigt Nährstoffdefizite. Die Magensäure besteht aus proteolytischen Enzymen und Salzsäure, die die aufgenommenen Proteine verdauen [3]. Von den Parietalzellen wird der „Intrinsic Factor“ gebildet, der zur Resorption von Vitamin B12 im terminalen Ileum dient [3]. Die Produktion der Magensäure und des Intrinsic Factors sind reduziert, wodurch es zu einer unzureichenden Proteinverdauung und Vitamin B12 Absorption kommt [3].

2.2.2. Roux-en-Y-Magenbypass

Der Roux-en-Y-Magenbypass ist eine Kombination aus restriktivem und malabsorptivem Verfahren. Aus dem Magenfundus wird ein Magenpouch gebildet, der das Magenvolumen auf $\leq 30\text{ml}$ einschränkt [3]. Es wird vermindert Magensäure und Intrinsic Factor produziert [3]. Dies führt zu einer unzureichenden Proteinverdauung und Vitamin B12 Resorption. Schließlich wird eine alimentäre Dünndarmschlinge gebildet [3]. Das Duodenum und ein Teil des proximalen Jejunums werden ausgeschaltet [3]. Die Verdauungssäfte aus der Pankreas und der Galle werden umgeleitet und erst im Ileum wieder zugeführt [3]. Es entsteht eine Maldigestion und eine Malabsorption. Unverdautes Fett wird wieder ausgeschieden und wichtige Vitamine und Mineralstoffe können nicht ausreichend absorbiert werden. Der Ghrelin-Spiegel sinkt und GLP-1 und PYY erhöhen sich, wodurch sich das Hunger- und Sättigungsgefühl verändern [3].

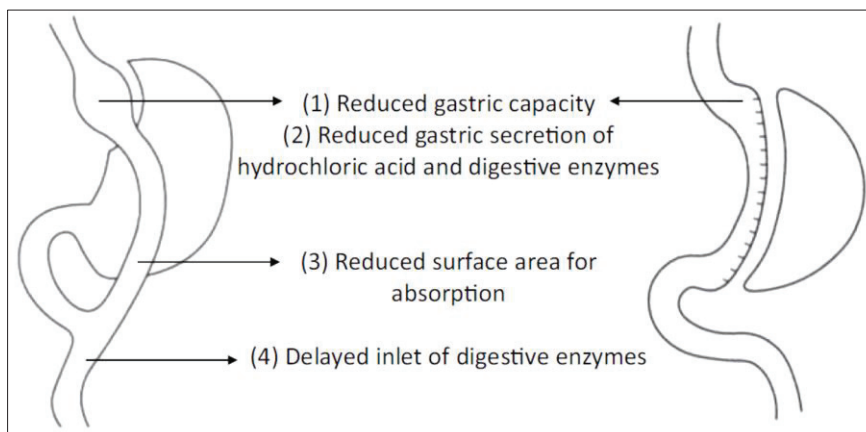


Abbildung 2: Roux-en-Y-Magenbypass (links) und Sleeve-Gastrektomie (rechts) [9]

2.3. Postoperative Ernährungsempfehlungen gemäß der S3-Leitlinie

Bereits präoperativ können Mangelzustände auftreten [3, 4]. Eine Adipositas entsteht durch eine übermäßige Zufuhr an energiereichen, stark verarbeiteten und zuckerreichen Lebensmitteln. Die Ernährungsgewohnheiten fettleibiger Patienten*innen sind oft unausgewogen und nährstoffarm, wodurch die Prävalenz von Ernährungsdefiziten höher ist als bei Normalgewichtigen [10]. Die operativen Veränderungen im Gastrointestinaltrakt und die stark eingeschränkte Nahrungsaufnahme begünstigen zusätzlich Nährstoffdefizite nach einer bariatrischen Operation [3]. Eine lebenslange Supplementation ist erforderlich, um die langfristige Verbesserung des Gesundheitszustand nach einer Adipositas- und metabolischer Operation zu gewährleisten [4].

2.3.1. Protein

Der häufigste Makronährstoffmangel nach einem bariatrischen Eingriff ist ein Proteinmangel [4]. Dieser wird durch mehrere Faktoren begünstigt. Angesichts der reduzierten Nahrungsaufnahme, ist auch die Proteinaufnahme gering [3]. Die operativen Veränderungen

können Unverträglichkeiten gegenüber proteinreichen Lebensmitteln verursachen [3]. Darüber hinaus ist die Proteinverdauung unzureichend, infolge der reduzierten Magensäuresekretion. Die Prävalenz einer Hypoproteinämie ist nach restriktiven Verfahren gering [11]. Bei einem RYGB dagegen kann sie 13-18% betragen [8, 12]. [13]. Proteine sind essenziell für Muskeln, Organe, Zellen und Gewebe. Der Makronährstoff dient zur Produktion von Enzymen sowie Hormonen und fungiert als Transportprotein von Hämoglobin sowie Transferrin [3]. Es leitet Signalfunktionen in der Zellmembran weiter und schützt das Immunsystem, indem es Antikörper zur Abwehr von Mikroorganismen bildet [3]. Ein Proteinmangel äußert sich in einer verminderten Muskelmasse und kann zu Immunschwäche, Haarausfall, brüchigen Nägeln oder Ödemen führen [3, 4]. Ein Verlust von körpereigenem Eiweiß äußert sich in niedrigen Serumalbuminspiegeln ($<3,5\text{g/dl}$ bzw. $<35\text{g/l}$) oder Präalbuminspiegeln ($<0,2\text{g/l}$) [14]. Um die Muskelmasse und die allgemeine Gesundheit aufrecht zu erhalten, empfiehlt die S3-Leitlinie eine tägliche Proteinaufnahme von mind. 60g oder 1,5g/kg bezogen auf das Normalgewicht (NG) [4].

2.3.2. Vitamin D und Calcium

Vitamin D

Vitamin D3 (=Cholecalciferol) wird hauptsächlich über die endogene Synthese in der Haut durch Sonnenexposition von UVB-Strahlen gebildet [3]. Der Rest wird über die Nahrung im Jejunum und Ileum aufgenommen [3]. Das Vitamin spielt eine wichtige Rolle im Calcium- und Phosphatstoffwechsel, indem es die Aufnahme von Calcium im Darm begünstigt und Calcium sowie Phosphat in die Knochen einlagert [3]. Eine Speicherform des Vitamin D ist das 25-Hydroxy-Vitamin-D3 (25-OH-Vitamin D3). Ein normaler Vitamin D Spiegel liegt bei Werten $>30\text{ng/ml}$. Bei Werten zwischen 21–29 ng/ml liegt eine Vitamin D Insuffizienz vor und ein Vitamin D Mangel wird bei Werten $<20\text{ng/ml}$ diagnostiziert [3]. Die Prävalenz eines Vitamin D Mangels ist bereits präoperativ gegeben und kann bis zu 93% betragen [7, 15]. Bedingt wird dieser durch eine vermehrte Einlagerung von Vitamin D in das subkutane Fettgewebe. Ein Bewegungsmangel sowie das Verdecken exponierter Haut aus Schamgefühl, tragen zu einem Vitamin D Mangel bei [3]. Im Winter kann es eher zu einem Mangel kommen als im Sommer [3]. Ein Vitamin D Mangel ist postoperativ bei 63% der Patienten*innen gegeben und tritt häufiger bei malabsorptiven Verfahren auf [4]. Dadurch können Komplikationen wie schlechte Wundheilung, schlechte Immunität und Entzündungen entstehen [16, 17]. Untersuchungen zeigten, dass die 25-OH-D Konzentrationen unmittelbar nach einer Operation anstiegen [18, 19]. Das im Fettgewebe gespeicherte Vitamin D wird bei einem schnellen Gewichtsverlust aus den Depots freigesetzt und erhöht den Serumkonzentrationswert. Dieser nimmt nach einer gewissen Zeit wieder ab [18, 20]. Die Folge eines unbehandelten Vitamin D Mangels zeigt sich in einem erhöhten PTH-Spiegel ($>65\text{pg/ml}$ bzw. $>6,5\text{mol/l}$), wodurch ein sekundärer

Hyperparathyreodismus resultiert [3]. Bei 69% der Patienten*innen ist der PTH-Spiegel erhöht, da vermehrt Calcium aus den Knochen mobilisiert wird [4]. Infolgedessen wird die Entstehung einer Osteoporose begünstigt [3, 4].

Die S3-Leitlinie empfiehlt eine prophylaktische Supplementation von Vitamin D von mind. 3000IU pro Tag. Darüber hinaus sollte der Serumwert von 25-OH-D >30ng/ml betragen [4].

Calcium

Ein Vitamin D Mangel reduziert die intestinale Calciumresorption [4]. Zudem können Intoleranzen gegenüber Milchprodukten entstehen [4]. Die S3-Leitlinie empfiehlt neben der Aufnahme kalziumreicher Nahrungsmittels, die zusätzliche Substitution von 1000-2000mg Calcium pro Tag [4]. Hinsichtlich der verringerten Magensäure wird Calcium als Calciumcitrat besser absorbiert als Calciumcarbonat [21].

2.3.3. Magnesium

Magnesium wird sowohl im Dün- als auch im Dickdarm resorbiert [3]. Bei einem Magnesiummangel liegt häufig auch ein Calciummangel vor, was durch eine Störung der Parathormonwirkung verursacht wird und zu erhöhten PTH-Spiegeln führt [3]. Das Risiko einer Osteoporose steigt dadurch. Durch die operativen Veränderungen können Komplikationen wie Erbrechen oder Durchfall auftreten, was mit einem erhöhten Verlust an Magnesium verbunden ist. Typische Symptome äußern sich in Muskelkrämpfen, Reizbarkeit, Müdigkeit, Kopfschmerzen und Durchblutungsstörungen [3]. Die S3-Leitlinie empfiehlt eine Supplementation von 300mg/d in Form von Magnesiumcitrat für eine bessere Resorption [4].

2.3.4. Eisen

Die Eisenaufnahme erfolgt im Duodenum und proximalen Jejunum. Ursachen für einen Eisenmangel sind die beeinträchtigte Fähigkeit Fe³⁺ in das absorbierbare Fe²⁺ im Gastrointestinaltrakt umzuwandeln. Die Eisenabsorption ist durch das Fehlen des Duodenums und des proximalen Jejunums eingeschränkt. Weiterhin kann sich eine Intoleranz gegenüber rotem Fleisch entwickeln [22]. Ein Eisenmangel oder eine Anämie nach einem RYGB kann bei 50% der Patienten*innen auftreten [23]. Es konnte festgestellt werden, dass das Risiko bei einem SG und einem RYGB vergleichbar ist [24]. Dagegen ist das Risiko bei Frauen doppelt so hoch [12, 23]. Die S3-Leitlinie empfiehlt daher eine prophylaktische Supplementation von 45-60mg pro Tag [4]. Menstruierende Frauen haben einen höheren Bedarf und sollten 50-100mg/d einnehmen [4]. Darüber hinaus sind höhere Dosen von 100-200mg/d bei einer diagnostizierten Anämie durch einen Eisenmangel notwendig [4]. Eisen wird am besten in Form von Eisensulfat, Eisenfumarat oder Eisenglukonat absorbiert [4].

2.3.5. Vitamin B12, B1, Folsäure

Vitamin B12 (Cobalamin)

Aufgrund der verminderten Sekretion des „Intrinsic Factors“ wird das Vitamin nicht mehr ausreichend im terminalen Ileum absorbiert [4]. Daraus können postoperative Komplikationen wie eine Anämie, Neuropathien oder kognitive Dysfunktion, entstehen [22]. Die Prävalenz eines postoperativen Vitamin B12 Mangels liegt bei 26-70% [22]. Zur Vorbeugung empfiehlt die S3-Leitlinie eine orale Supplementierung von 1000µg/d [4]. Da die Wirksamkeit der oralen Supplementierung umstritten ist [25, 26] und nur ca. 1-5% des Vitamins unabhängig vom „Intrinsic Factor“ intestinal resorbiert werden, ist eine intramuskuläre Injektion von 1000-6000µg alle 3 bis 6 Monate vorzuziehen [4].

Vitamin B1 (Thiamin)

Vitamin B1 wird im Duodenum absorbiert [4]. Ein Vitamin B1 Mangel entsteht durch eine verminderte Zufuhr und durch Malabsorption aufgrund der reduzierten Salzsäuresekretion. Übermäßiges Erbrechen kann als Komplikation ebenfalls zu einem Mangel führen [4]. Die Prävalenz eines Vitamin B1 Mangels liegt nach einem RYGB bei 18% [27]. Symptome wie Dyspepsie, Erbrechen oder Verstopfung können auch im Zusammenhang mit einem Vitamin B1 Mangel entstehen [22]. Daher sollte beim Auftreten dieser Symptome ein Vitamin B1 Monitoring stattfinden.

Die S3-Leitlinie empfiehlt eine Vitamin B1 in Form eines MVM-Präparates zweimal täglich einzunehmen [4].

Folsäure

Ein Folsäuremangel wird weniger durch den bariatrischen Eingriff verursacht. Vielmehr entsteht ein Mangel durch eine ungenügende Aufnahme von Gemüse und Obst [4]. Die Prävalenz eines Folsäuremangels kann präoperativ bei 25% [28] und postoperativ bei 22% [29] liegen. Die S3-Leitlinie empfiehlt die Einnahme von Folsäure in Form eines MVM-Präparates zweimal täglich oder 600µg/d [4].

2.3.6. Vitamine A, E, K

Die Vitamine A, E und K sind fettlöslich, daher treten Mängel eher bei malabsorptiven Verfahren auf. Ein Vitamin A Mangel ist selten [4]. Die Prävalenz nach einem RYGB beträgt ca. 10% [22]. Die Leitlinie empfiehlt eine Vitamin A Supplementation in Form eines MVM-Präparates zweimal täglich oder eine Dosis von 5000-10000 IU/d [4]. Ein Vitamin E Mangel tritt ebenfalls selten auf. Bisher gibt es keine Daten über Blutgerinnungsstörungen nach einer bariatrischen Operation [4, 30]. Allerdings treten niedrige Vitamin K Spiegel häufiger auf [4].

Entsprechend der S3-Leitlinie sollten Vitamin E und K in Form eines MVM-Präparates zweimal täglich eingenommen werden [4].

2.3.7. Zink, Kupfer, Selen

Zink

Zink wird zu 15-40% im Jejunum und Duodenum resorbiert und bindet sich dabei an Fett [3]. Ein Mangel tritt hauptsächlich bei malabsorptiven Verfahren auf. Bei einem Zinkmangel kommt zu einer erhöhten Infektanfälligkeit, Hautentzündungen, Haarausfall sowie Geschmacksstörungen [3]. Die Leitlinie empfiehlt eine Supplementierung von Zink in Form eines MVM-Präparats zweimal täglich [4].

Kupfer

Ca. 20-50% des Kupfers werden vorwiegend im Duodenum, aber auch im Magen und Ileum resorbiert [3]. Um postoperative Komplikationen vorzubeugen empfiehlt die S3-Leitlinie eine prophylaktische Supplementation in Form eines MVM-Präparates zweimal täglich. Bei einem RYGB sollte eine Dosis von 2mg/d Kupfer substituiert werden [4].

Selen

Selen wird im Duodenum und im proximalen Jejunum resorbiert, weshalb es eher nach malabsorptiven Verfahren zu einem Defizit kommen kann [3]. Die S3-Leitlinie empfiehlt eine Supplementation von Natriumselenit in Form eines MVM-Präparates zweimal täglich [4].

Eine Übersicht der Empfehlungen zur Vitamin- und Mineralstoffsupplementation gemäß der S3-Leitlinie befindet sich im Anhang. Die Nährstoffempfehlungen werden von der S3-Leitlinie prophylaktisch herausgegeben, um Defizite zu vermeiden. Bei einem bestehenden Mangel sollte eine entsprechende Dosis angepasst werden [4].

2.4. Nährstoffmonitoring

Im Zuge der Nachsorgeuntersuchungen empfiehlt die S3-Leitlinie ein regelmäßiges Nährstoff-Monitoring durchzuführen, um Defizite rechtzeitig zu identifizieren. Laborkontrollen sollten daher abhängig vom Verfahren 6 und 12 Monate und dann jährlich nach einer Sleeve Gastrektomie durchgeführt werden [4]. Bei einem Roux-en-Y-Magenbypass sollten diese nach 3, 6 und 12 Monaten und dann jährlich stattfinden [4]. Dabei sollten die Laborbefunde von Protein, Ferritin, Vitamin B12, Folsäure, Vitamin B1, 25-OH-D, Calcium, Vitamin E, K und A, Parathormon und Zink erhoben werden [4].

3. Methodik

3.1. Studiendesign

Die BOP_Studie ist eine monozentrische prospektive/retrospektive Querschnittsstudie, die in der Ernährungsambulanz der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführt wurde. Sie wurde im Rahmen des 16-wöchigen Praxissemesters des Studiengangs Diätetik B.Sc. der Hochschule Neubrandenburg durchgeführt. Nach dem Erhalt des Ethikvotums der Ethikkommission der Universitätsmedizin Greifswald (Interne Reg. Nr.: BB 080/19), fanden die Interventionen in einem Zeitraum von zehn Wochen statt (03.07. – 13.09.2019).

3.2. Probandencharakterisierung

Insgesamt wurden 35 Probanden*innen, von denen 24 Frauen und 11 Männer waren, inkludiert. Das durchschnittliche Alter betrug $46,4 \pm 9,55$ (29-63) Jahre und der mittlere BMI lag bei $36,9 \pm 9,16$ (23,8-58,6) kg/m². Die Untersuchungen der BOP-Studie fanden im Mittel nach $19,7 \pm 10,4$ (6-41) Monaten postoperativ statt.

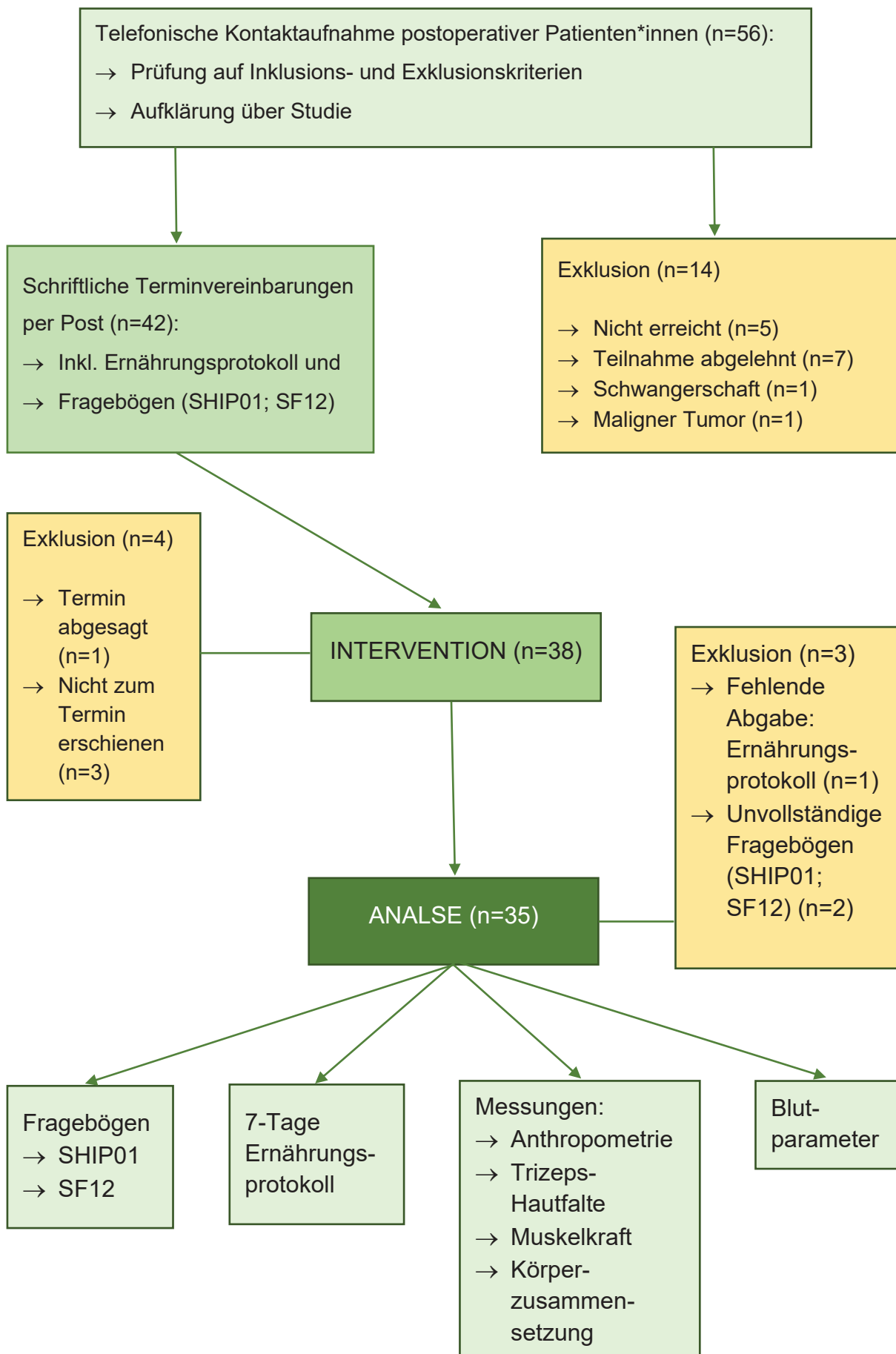
Tabelle 2: Inklusions- und Exklusionskriterien

Inklusionskriterien	Exklusionskriterien
• Alter ≥ 18 Jahre • Operationsverfahren: Sleeve Gastrektomie oder Roux-en-Y-Magenbypass • Zeitraum postoperativ: 0,5 – 5 Jahre	• Fehlende Einwilligung • Schwangerschaft • Maligner Tumor • Herzschrittmacher

3.3. Rekrutierungsablauf

Postoperative Patienten*innen wurden aus der Datenbank des Adipositas Zentrums der Universitätsmedizin Greifswald vom 03.06.–28.06.2019 rekrutiert. Zunächst erfolgte eine telefonische Kontaktaufnahme von 56 potenziellen Patienten*innen, die auf Inklusions- und Exklusionskriterien geprüft wurden. Hiernach wurden 14 Patienten*innen exkludiert, von denen fünf telefonisch nicht erreicht wurden, sieben die Teilnahme ablehnten und bei zwei Patienten*innen lag eine Schwangerschaft bzw. ein maligner Tumor vor. Schriftliche Terminvereinbarungen wurden zusammen mit einem 7-Tage-Ernährungsprotokoll und zwei Fragebögen (SF-12 und SHIP01) an die 42 interessierten Patienten*innen verschickt. Die Dokumente sollten selbstständig vor dem Untersuchungstermin ausgefüllt werden. Untersucht wurden 38 Patienten*innen, da drei den Termin nicht wahrnahmen. Die Datenanalyse erfolgte bei 35 Probanden*innen. Drei Patienten*innen führten entweder kein Ernährungsprotokoll und/oder füllten die Fragebögen nicht vollständig aus. In der nachfolgenden Abbildung ist der Rekrutierungsablauf in einem Flow Chart dargestellt.

3.4. Flow Chart zur Probandenwahl



3.5. Studienablauf

Zu Beginn wurden die Patienten*innen über den Nutzen, die Risiken und den Datenschutz der BOP-Studie aufgeklärt. Die Unterschriften zur Datenschutz- und Einwilligungserklärung wurden daraufhin eingeholt. Anschließend erfolgte die standardisierte Datenerfassung mit Hilfe der Case-Report-Form (CRF). Dabei wurde die Einhaltung der Inklusions- und Exklusionskriterien nochmals überprüft. Es folgte eine Anamnese zu bestehenden Grunderkrankungen und zur Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln.

Daraufhin fanden die körperlichen Messungen zu Körpergröße, Körpergewicht, Taillen- und Hüftumfang, Oberarmumfang, Trizeps-Hautfalte, Blutdruck- und Puls, Handkraftstärke und Körperzusammensetzung statt. Alle Messungen wurden unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Am Ende der körperlichen Untersuchungen wurde durch ein qualifiziertes und geschultes Fachpersonal eine Blutabnahme zur Analyse des Vitamin- und Mineralstoffstatus vorgenommen. Das 7-Tage-Ernährungs und die beiden Fragebögen (SHIP01 und SF12) wurden am Ende der Untersuchungen abgegeben. Alle körperlichen Messungen und die Auswertungen der Dokumente wurden ausschließlich von der Autorin dieser Arbeit vorgenommen.

3.6. Untersuchungsmethoden

3.6.1. Anthropometrische Messungen

Körpergröße (cm) und Körpergewicht (kg)

Die Körpergröße wurde mit dem Längenmessstab seca 264 (seca, Hamburg, Deutschland) mit einer Genauigkeit von 0,1cm ermittelt. Die Patienten*innen wurden barfuß, mit geschlossenen Füßen, in aufrechter Haltung und mit geradeaus gerichtetem Blick gemessen. Die Ermittlung des Körpergewichts erfolgte mit dem seca medical Body Composition Analyzer (mBCA 515, Seca, Hamburg, Deutschland) auf 0,05 kg genau. Die Messung fand barfuß, in leicht bekleidetem Zustand und mit entleerter Blase statt. Je nach Bekleidung wurde das Messergebnis um 0,5 – 1,0 kg korrigiert.

Taillenumfang (cm), Hüftumfang (cm) und Waist-Hip Ratio (WHR)

Die Messung des Taillenumfangs und Hüftumfangs wurde am unbekleideten Oberkörper in aufrechter Haltung, mit leicht gespreizten entspannt herunterhängenden Armen durchgeführt. Der Taillenumfang wurde 1cm über dem Bauchnabel gemessen. Das Gewicht wurde gleichmäßig auf beide Beine verteilt. Die Bauchmuskeln blieben entspannt. Die obere Kante des Beckenkamms und der untere Rippenbogen wurde mit einem Hautstift markiert. Das Maßband wurde horizontal in der Mitte angelegt. Nach einigen Atemzügen wurde am Ende einer normalen Ausatmung auf 0,1cm genau gemessen. Der Hüftumfang wurde auf Höhe des

größten Gesäßumfangs bzw. auf der Höhe der Symphyse gemessen. Das Maßband wurde dabei locker an die Haut angelegt, sodass diese nicht zusammengedrückt wurden. Die Messung erfolgte am Ende einer normalen Ausatmung auf 0,1cm genau. Die Waist-Hip Ratio gibt das Verhältnis zwischen Taillen- und Hüftumfang an. Zur Berechnung wurde der ermittelte Taillenumfang durch den gemessenen Hüftumfang dividiert.

Oberarmumfang

Der mittlere Oberarmumfang wurde am dominanten Arm gemessen. Die Messung erfolgte in aufrechter Haltung mit einem 90° angewinkeltem Arm und nach oben zeigender Handfläche. Es folgte eine standardisierte Identifikation des Messortes, indem der mittlere Abstand zwischen Acromion (knöcherne Wölbung bzw. höchster Punkt des Schulterblattes) und Olecranon (die Spitze des Ellenbogens) mit dem seca Maßband ermittelt wurden. Der Oberarmumfang wurde auf 0,1cm genau ermittelt.

3.6.2. Trizeps-Hautfaltenmessung

Mit Hilfe der Trizeps-Hautfaltenmessung wurde das Unterhautfettgewebes bestimmt. Diese wurde mit dem Harpender Skinholder Caliper HSB-BI (Baty International; West Sussex, England) bei trockener und nicht frisch eingecremter Haut durchgeführt. Die Messung erfolgte im Stehen am dominanten Oberarm. Zunächst erfolgte die standardisierte Identifikation des Messortes (Trizeps-Hautfalte). Dafür wurde der mittlere Abstand zwischen Acromion (Schulterblatt) und Olecranon (Ellenbogen) mit dem seca Maßband ermittelt. Anschließend erfolgte das Abheben der Hautfalte. Die Hautfalte wurde ca. 1cm über die Messstelle gehoben und der Skinholder Caliper mit ca. 1cm Abstand zu Daumen und Zeigefinger platziert. Das Messergebnis wurde 3 Sekunden nach dem Schließen des Calipers abgelesen. Insgesamt wurden 3 Messungen vorgenommen, aus denen der Mittelwert gebildet wurde.

3.6.3. Blutdruck- und Pulsmessung

Nach 5-10minütigem ruhigen Sitzen erfolgte die Messung des Blutdrucks und Pulses mit dem Boso medicus Blutdruckmessgerät (Bosch, Deutschland). Die Messung erfolgte unter standardisierten Bedingungen am unbekleideten rechten Oberarm. Dieser wurde im 90° Winkel locker auf dem Tisch abgestützt.

3.6.4. Muskelkraft

Die Muskelkraft wurde über die Messung der Handkraft (in kg) bestimmt. Diese wurde mit dem elektronischen JAMAR® Plus+ Handkraftmesser (Performance Health, Warrenville, Illinois, USA) vorgenommen. Die Handkraftmessung erfolgte standardisiert in entspannt sitzender Position am dominanten Arm. Die Hand war vorgestreckt und der Ellenbogen befand sich im

rechten Winkel gebeugt auf der Tischplatte. Es wurden 3 Messungen mit maximaler isometrischer Kontraktion (5 Sekunden halten der Spannung) durchgeführt, wobei zwischen den Messungen eine Ruhephase von 15 bis 60 Sekunden eingehalten wurde. Der höchste Wert wurde dokumentiert. Die Messung erfolgte auf 0,1 kg genau.

3.6.5. Bestimmung der Körperzusammensetzung

Die Bestimmung der Körperzusammensetzung wurde mit Hilfe einer 8-Punkt bioelektrischen Impedanzanalyse (=BIA) vorgenommen. Für die Messung wurde das Gerät seca medical Body Composition Analyzer 525 als mobiles Messgerät der Firma seca (Hamburg, Deutschland) verwendet. Die Messung der Körperzusammensetzung wurde unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Dabei wurde vor der Messung eine Nüchternphase von mind. 4 h eingehalten und auf anstrengende körperliche Aktivitäten von mind. 12 h und auf Alkohol von mind. 24h verzichtet. Die Messung erfolgte bei entleerter Blase. Alle Metallgegenständen, die sich direkt am Körper befanden, wurde entfernt. Es wurde eine horizontale Körperposition für ca. 10 Minuten vor der Messung eingenommen und die Arme berührten nicht den Oberkörper während der Messung. Die Messung erfolgte im Liegen in Rückenlage. Nach der Desinfektion der Hautstellen wurden 8 Klebeelektroden (Kendall, H59P, Covidien llc, Mansfield, MA, USA) auf beiden Körperseiten an den desinfizierten Stellen der Extremitäten (Hand, Handgelenk, Fuß, Fußgelenk) angebracht und mit der Messmatte verbunden. Die Messdauer betrug dabei 30 Sekunden. Die Impedanz wurde bei 100 μ A Wechselstrom in den Frequenzbereichen zwischen 1 und 1000 kHz ermittelt. Resistanz und Reaktanz wurden auf 0,1 Ohm genau bestimmt. Die über die 5 kHz und 50 kHz gemessenen Rohwerte wurden zur Datengenerierung verwendet [31, 32]. Die Formeln zur Bestimmung der Körperzusammensetzung sind validiert und wurden teilweise eigens für das Gerät entwickelt [33]. Die Referenzwerte für die Fettmasse wurden in der Studie von Gallagher et al. erhoben [34], die Referenzwerte für die Skelettmuskelmasse von Kim et al [35]. Der Monitor des BIA-Messgeräts wurde in das vorhandene WiFi-Netzwerk integriert und konnte somit eine Verbindung mit der PC-Software seca 115 herstellen.

3.6.6. Blutabnahme

Zur Bestimmung des Vitamin- und Mineralstoffstatus wurde ein umfangreiches Blutbild aus dem Probenmaterial des EDTA-Plasmas, des Lithium-Heparin-Plasmas und des Serums bestimmt. Dazu wurde den Patienten*innen durch ein geschultes und qualifiziertes Fachpersonal ca. 15ml Blut entnommen (entspricht ca. 1 EL).

3.7. Instrumente der Datenerhebung

3.7.1. SF-12 Fragebogen

Der SF-12 Fragebogen stellt die Kurzform des Short Form (SF)-36 Health Survey dar. Dieser ermöglicht eine valide Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität [36, 37]. Anhand der Werte der einzelnen Summenskalen konnte die subjektive Gesundheit quantifiziert werden [37]. Die Interpretation der Ergebnisse bezieht sich auf den Vergleich der Summenskalenwerte mit alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten, die bevölkerungsrepräsentativ sind [37]. Als Referenzgruppe diente dabei einerseits die deutsche Normstichprobe von 1998 zum Vergleich mit der Normalbevölkerung und andererseits wurde eine Vergleichsgruppe mit Adipositas hinzugezogen. Ein hoher Wert bei der Körperlichen Summenskala (KSK) bzw. ein hoher Wert bei der Psychischen Summenskala (PSK) bedeuten einen guten körperlichen bzw. einen guten psychischen Gesundheitszustand [37]. Der Fragebogen liegt in verschiedenen Versionen vor. In der BOP_Studie wurde die Standardversion, die sich auf die vergangenen vier Wochen bezieht, verwendet. Dabei wurde eine Selbstbeurteilung der Patienten*innen vorgenommen. Die Auswertung erfolgte mit einem standardisierten Auswertungstool mit dem Programm SPSS (IBM SPSS Statistics 25). (siehe Anlage)

3.7.2. SHIP01 – Fragebogen

Mit Hilfe des Fragebogens aus der Study of Health in Pomerania (SHIP) wurden Fragen zu Soziodemographie und Beruf erhoben. SHIP ist eine epidemiologische Kohortenstudie, die die Gesundheit der Menschen anhand von verschiedenen Einflussfaktoren untersucht. Einzelne Fragen aus dem SHIP-01 follow up dienten in der BOP-Studie als Grundlage zur Erfassung der familiären und beruflichen Situation sowie der sozialen Beziehungen und zum Haushaltseinkommen der Studienteilnehmer*innen [38] (siehe Anlage).

3.7.3. Indexbildung des sozioökonomischen Status (SES)

Zur Operationalisierung des sozioökonomischen Status (SES) wurde die Berechnungsgrundlage für den Schichtindex von Lampert et al. verwendet [39]. Dieser wurde bereits in früheren Studien des Robert-Koch-Institut (RKI) verwendet [40-42] und nach Winkler und Stolzenberg modifiziert [43]. Der Schichtindex ist mehrdimensional und setzt sich aus den Angaben zur schulischen/beruflichen Bildung, zur beruflichen Stellung und zum Haushaltsnettoeinkommen zusammen [39]. Beruf, Bildung und Einkommen bilden die Hauptdimensionen, denen schulische/berufliche Qualifikation, berufliche Stellung und Nettohaushaltseinkommen zugeordnet werden und mit gleichen Anteilen in den Index eingehen. Dabei wird den drei Dimensionen jeweils ein Punktwert von 1 bis 7 zugeordnet. Die summierten Punktwerte ergeben den Indexwert. Dieser kann zwischen 3 und 21 liegen. Die Punktwerte wurden gruppiert und in soziale Schichten eingeteilt: niedriger SES (3 – 7 Punkte), mittlerer SES (8 – 14 Punkte) und hoher SES (15 – 21 Punkte). Dies ermöglichte die Auswertung mit dem Statistik Programm SPSS (IBM SPSS Statistics 25). (siehe Anlage)

3.7.4. Ernährungsprotokoll

Zur Evaluierung der Ernährungsgewohnheiten, insbesondere der Proteinaufnahme, führten die Patienten*innen ein 7-Tage-Ernährungsprotokoll (siehe Anlage). Hierdurch wurden alle aufgenommenen Nahrungsmittel mit Angabe von Portionsgrößen sowie Tageszeit dokumentiert. Die Auswertung des Protokolls erfolgte mit der Software OptiDiet®.

3.7.5. Indexbildung zur Einhaltung von Ernährungsempfehlungen

Um die Einhaltung von Ernährungsempfehlungen der S3-Leitlinie messbar zu machen, wurde der Ernährungsempfehlungsscore (EE_SCORE) gebildet. Dieser setzt sich aus zwei Teilscoren zusammen: P_SCORE und MV_SCORE. Beide Teilscore gehen mit gleicher Gewichtung von jeweils 17 Punktwerten in den EE_SCORE ein, sodass sich ein Score Wert von 34 Punkten ergibt (siehe Anhang). Der P_SCORE quantifizierte die empfohlene Proteinaufnahme von mind. 60g/d bzw. 1,5g/kg NG/d. Für die Einhaltung der Empfehlungen konnten jeweils 8,5 Punktwerte erzielt werden, sodass sich einen Summenscore 17 bildete. Der MV_SCORE quantifizierte die Einhaltung der Vitamin- und Mineralstoffsupplementation. Die S3-Leitlinie empfiehlt die zweimal tägliche Einnahme eines MVM-Präparats zzgl. einer Ergänzung von Vitamin D, Calcium, Eisen und Magnesium. Dabei werden einzelne Mikronährstoffe in entsprechender Dosis und teilweise mit vorkommender Verbindung (z.B. Calcium als Calciumcitrat) nach Operationsverfahren unterteilt. Für jeden Mikronährstoff wurden Punktwerte von 1; 1,5 oder 2 vergeben. 1 Punktwert wurde für die Einhaltung der Zufuhrempfehlung erzielt. 1,5 Punktwerte konnten bei den Mineralstoffen Calcium, Eisen, Magnesium, Zink, Kupfer und Selen mit entsprechender Verbindungsform, erzielt werden. Bei

der Einhaltung der Vitamin D Substitution konnten 2 Punktwerte erzielt werden, wenn die Zufuhrempfehlung von mind. 3000IU/d erreicht wurde und der Serumkonzentrationswert >30ng/ml war. Die Summe der einzelnen Punktwerte ergab einen Scorewert von 17. Es erfolgte eine Gruppierung der Scorewerte zur Auswertung mit dem Statistik Programm SPSS (IBM SPSS Statistics 25):

- P_SCORE: niedrig (0 Punkte) und hoch (8,5 bzw. 17,0 Punkte)
- MV_SCORE: niedrig (0 – 8,5 Punkte) und hoch (9,0 – 17,0 Punkte)
- EE_SCORE: niedrig (1,0 – 17,0 Punkte) und hoch (17,5 – 34,0 Punkte)

3.7.6. Labor_Score

Die S3-Leitlinie empfiehlt ein regelmäßiges Nährstoff-Monitoring von relevanten Laborparametern durchzuführen. Um Nährstoffdefizite in der BOP_Studie zu identifizieren wurde der Labor_Score erstellt (siehe Anlage). 1 Punkt wurde erreicht, wenn die Laborkonzentration im Referenzbereich war und 0 Punkte, wenn der Laborparameter außerhalb des Referenzbereichs war. Die summierten Punkte ergaben ein Gesamt-Score von 11 Punkten.

3.8. Statistik

Die statistische Analyse wurde mit IBM SPSS Statistics 25 (IBM, Corp, Armonk, NY, USA) durchgeführt. Es erfolgte eine deskriptive sowie inferentielle Auswertung der Daten. Die deskriptive Datenanalyse beinhaltete die absoluten und die relativen Häufigkeiten. Bei metrischen Variablen wurde der Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), sowie Minimum und Maximum bestimmt. Um die Mittelwerte metrischer Variablen zu vergleichen, wurde auf Normalverteilung mit dem Kolmogorow-Smirnow- bzw. Shapiro-Wilk-Test getestet. Innerhalb der inferentiellen Statistik wurden unverbundene Stichproben miteinander verglichen. Bei vorliegender Normalverteilung wurde der ungepaarte T-Test und bei einer Nicht-Normalverteilung der Mann Whitney U-Test angewendet. Die Korrelationsanalysen bivariater Zusammenhänge erfolgte bei vorliegender Normalverteilung mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson. Bei einem nicht normalverteilten Datensatz wurden die Korrelationen mit dem Korrelationskoeffizienten nach Spearman ermittelt. Das Signifikanzniveau wurde bei allen Testungen mit $p < 0,05$ definiert.

4. Ergebnisse

4.1. Grundcharakteristik

4.1.1. Geschlecht und Alter

Von den 35 Patienten*innen waren 31% (n=11) männlich und 69% (n=24) weiblich. Die Altersspanne der Studienpopulation bewegte sich zwischen 29 und 63 Jahren mit einem mittleren Alter von $46,4 \pm 9,6$ Jahren. 42,9% der Patienten*innen waren zwischen 40 und 49 Jahre alt (n=15). Insgesamt zählten 66% (n=23) der Patienten*innen zur „jüngeren“ (29-49 Jahre) und 34% (n=12) zur „älteren“ Altersgruppe (50-69 Jahre).

4.1.2. Operationsverfahren und postoperativer Zeitraum

71% der Studienteilnehmer*innen (n=25) unterzogen sich einer Sleeve Gastrektomie. 29% (n=10) der Probanden*innen erhielten einen Roux-en-Y-Magenbypass. Der postoperative Zeitraum betrug im Mittel $19,7 (\pm 10,4)$ Monate bis zur Studienuntersuchung (6,00 – 41,0). 77,1% der Operationen (n=27) fanden vor einem halben bis zwei Jahren statt. 8,6% (n=3) der Operationen erfolgten vor 2 bis 3 Jahren und 14,3% (n=5) der Operationen waren 3 bis 3,5 Jahre her.

4.1.3. Rauchgewohnheiten

68,6% der Patienten*innen waren Nichtraucher (n=24). Von den 11 Raucher*innen (31,4%) betrug das pack-year im Mittel $17,2 \pm 15,7$.

4.1.4. Grunderkrankungen

Insgesamt lagen bei 88,6% (n=31) der Patienten*innen eine oder mehrere Grunderkrankungen vor. Zum Zeitpunkt der Untersuchung hatten 63% (n=22) einen arteriellen Hypertonus. Bei 11% (n=4) der Patienten*innen war diese Erkrankung postoperativ vorhanden. Einen Diabetes mellitus Typ 2 hatten 17% (n=6) und bei 20% (n=7) war die Erkrankung präoperativ vorhanden. 6% (n=2) der Patienten*innen hatten eine Insulinresistenz und bei 3% (n=1) lag diese Erkrankung präoperativ vor. Weiterhin lag bei 11% (n=4) ein OSAS vor und bei 3% (n=1) war dieses präoperativ vorhanden. 26% (n=9) der Teilnehmer*innen hatten eine Hypothyreose. Bei 17% (n=6) war eine Hyperurikämie (Gichtkrankung) vorhanden. Einer Cholezystektomie unterzogen sich 23% (n=8) der Probanden*innen. Bei 26% (n=9) lag eine Depression vor und bei 3% (n=1) war diese präoperativ vorhanden.

4.1.5. Anthropometrie, Handkraft und Körperzusammensetzung

Tabelle 3: Vergleich der Anthropometrie und Handkraft zwischen den beiden Operationsverfahren

Anthropometrie und Handkraft	Gesamt (n=35) MW±SD (Min – Max)	SG (n=25) MW±SD (Min – Max)	RYGB (n=10) MW±SD (Min – Max)	p SG/RYGB
Gewicht (kg)	106 ± 29,7 (60,3 – 179)	116 ± 28,8 (75,4 – 179)	82,7 ± 14,2 (60,3 – 102)	<0,000¹
Größe (m)	1,69 ± 0,09 (1,50 – 1,85)	170 ± 9,4 (150 – 185)	169 ± 8,77 (151 – 179)	0,810 ¹
BMI (kg/m ²)	36,9 ± 9,2 (23,8 – 58,6)	40,2 ± 8,69 (24,0 – 58,6)	28,8 ± 3,4 (23,8 – 33,6)	<0,000¹
Taillenumfang (cm)	111 ± 20,1 (76,3 – 149)	118 ± 18,9 (83,4 – 149)	95,7 – 13,9 (76,3 – 124)	0,002¹
Hüftumfang (cm)	122 ± 21,5 (85,1 – 179)	131 ± 19,9 (96,1 – 179)	102 ± 10,4 (85,1 – 119)	0,000¹
Waist-Hip Ratio	0,91 ± 0,09 (0,75 – 1,12)	0,9 ± 0,09 (0,75 – 1,12)	0,94 ± 0,1 (0,81 – 1,1)	0,330 ¹
Oberarmumfang(cm)	38,8 ± 6,26 (30,5 – 50,1)	40,7 ± 6,3 (30,5 – 50,1)	34,1 ± 2,89 (30,5 – 39,5)	<0,000¹
Trizeps - Hautfaltenmessung (mm)	36,3 ± 10,1 (20,0 – 59,7)	40,0 ± 9,17 (20,0 – 59,7)	27,0 ± 5,23 (20,2 – 34,0)	<0,000¹
Handkraft (kg)	29,3 ± 9,59 (12,4 – 53,6)	30,2 ± 10,8 (12,4 – 53,6)	27,1 ± 5,08 (21,0 – 36,1)	0,255 ¹

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben; ² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test; p = Signifikanzniveau (< 0,05); SG= Sleeve Gastrektomie; RYGB= Roux-en-Y-Magenbypass

Tabelle 4: Vergleich der Körperzusammensetzung zwischen den beiden Operationsverfahren

Körperzusammen- setzung	Gesamt (n=35) MW±SD (Min – Max)	SG (n=25) MW±SD (Min – Max)	RYGB (n=10) MW±SD (Min – Max)	p SG/RYGB
Fettmasse (kg)	46,6 ± 19,8 (13,2 – 89,7)	53,7 ± 18,4 (18,5 – 89,7)	29,0 ± 9,34 (13,2 – 45,8)	<0,000¹
Fettmasse (%)	42,3 ± 9,55 (21,9 – 59,7)	45,3 ± 8,39 (23,3 – 59,7)	34,8 ± 8,37 (21,9 – 48,8)	0,002¹

Fettmasseindex (kg/m ²)	16,2 ± 6,89 (5,2 – 35,0)	18,7 ± 6,47 (6,0 – 35,0)	10,1 ± 3,15 (5,2 – 15,8)	<0,000¹
Fettfreie Masse (kg)	60,2 ± 14,2 (40,0 – 90,9)	62,8 ± 14,8 (42,0 – 90,9)	53,7 ± 10,8 (40,0 – 76,0)	0,050²
Fettfreie Masse (%)	57,7 ± 9,55 (40,3 – 78,1)	54,7 ± 8,39 (40,3 – 76,7)	65,2 ± 8,37 (51,2 – 78,1)	0,007¹
Fettfreie Masse-Index	20,7 ± 3,56 (16,0 – 28,9)	21,5 ± 3,57 (16,8 – 28,9)	18,6 ± 2,66 (16,0 – 25,0)	<0,011²
Skelettmuskelmasse (kg)	28,0 ± 8,08 (15,8 – 45,1)	29,9 ± 8,25 (16,5 – 45,1)	23,2 ± 5,5 (15,8 – 32,8)	0,026¹
Gesamtkörperwasser (l)	45,5 ± 10,5 (30,5 – 68,9)	47,6 ± 10,9 (32,6 – 68,9)	40,5 ± 7,75 (30,5 – 56,5)	0,041²
Gesamtkörperwasser (%)	43,4 ± 6,82 (31,1 – 58,6)	41,2 ± 5,91 (31,1 – 56,5)	48,9 ± 5,97 (38,8 – 58,6)	0,001¹
Extrazelluläres Wasser (l)	21,2 ± 4,37 (15,5 – 32,4)	22,0 ± 4,60 (15,5 – 32,4)	19,2 ± 3,06 (15,5 – 26,1)	0,086 ¹
Extrazelluläres Wasser (%)	20,3 ± 3,28 (14,8 – 29,2)	19,1 ± 2,59 (14,8 – 25,2)	23,3 ± 2,95 (18,5 – 29,2)	0,001²
Gesamtkörperwasser/ Extrazelluläres Wasser (%)	46,8 ± 2,1 (43,1 – 51,4)	46,5 ± 2,06 (43,1 – 51,4)	47,7 ± 2,02 (43,9 – 50,7)	0,110 ¹
Resistanz (Ohm)	464 ± 71,4 (321 – 593)	452 ± 69,9 (321 – 579)	495 ± 69,5 (353 – 593)	0,112 ¹
Reaktanz (Ohm)	40,3 ± 8,01 (20,3 – 52,1)	40,5 ± 8,48 (20,3 – 52,1)	40,0 ± 7,12 (26,4 – 49,3)	0,883 ¹
Phasenwinkel (°)	4,95 ± 0,71 (3,30 – 6,20)	5,08 ± 0,76 (3,30 – 6,20)	4,62 ± 0,46 (4,20 – 5,60)	0,070 ²
Viszerales Fett (l)	4,21 ± 3,66 (0,00 – 13,70)	5,16 ± 3,77 (0,10 – 13,70)	1,83 ± 2,0 (0,00 – 6,70)	0,002¹

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test;

p = Signifikanzniveau (< 0,05);

SG= Gruppe der Patienten*innen mit Sleeve Gastrektomie;

RYGB= Gruppe der Patienten*innen mit Roux-en-Y-Magenbypass;

(zusätzliche Boxplotdarstellungen befinden sich im Anhang)

4.1.6. Blutdruck- und Pulsmessung

Tabelle 5: Vergleich der Blutdruck- und Pulsmessung zwischen den beiden Operationsverfahren

Blutdruck-messung	Gesamt (n=35) MW ± SD (Min – Max)	SG (n=25) MW ± SD (Min – Max)	RYGB (n=10) MW ± SD (Min – Max)	p SG/ RYGB
Systol. RR (mmHG)	130 ± 22,2 (92,0 – 182)	132 ± 19,3 (98,0 – 170)	125 ± 29,0 (92,0 – 182)	0,410 ¹
Diastol. RR (mmHG)	80,9 ± 13,4 (57,0 – 110)	82,8 ± 13,9 (57,0 – 110)	76,2 ± 11,3 (62,0 – 100)	0,196 ¹
	Gesamt (n=34)	SG (n=25)	RYGB (n=9)	
Puls (bpm)	61,0 ± 10,0 (43,0 – 88,0)	61,8 ± 10,5 (43,0 – 88,0)	58,7 ± 8,86 (47,0 – 77,0)	0,419 ¹

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05);

SG= Gruppe der Patienten*innen mit Sleeve Gastrektomie;

RYGB= Gruppe der Patienten*innen mit Roux-en-Y-Magenbypass;

4.1.7. Laborparameter

Tabelle 6: Auswertung der Laborparameter gesamt und zwischen den beiden Operationsverfahren

	Referenz-werte ³	Gesamt (n=33) MW ± SD (Min – Max)	SG (n=24) MW ± SD (Min – Max)	RYGB (n=9) MW ± SD (Min – Max)	p
Leukozyten (Gpt/l)	4,3 – 10,0	6,37 ± 1,61 (3,5 – 11,9)	6,7 ± 1,65 (3,5 – 11,9)	5,85 ± 1,36 (4,1 – 7,9)	0,083 ²
Erythrozyten (Gpt/l)	4,2 – 5,4	4,6 ± 0,41 (3,7 – 5,3)	4,69 ± 0,4 (3,7 – 5,3)	4,5 ± 0,38 (4,0 – 5,1)	0,185 ¹
Hämoglobin (mmol/l)	7,4 – 10,0	8,39 ± 0,66 (6,8 – 9,4)	8,46 ± 0,63 (6,8 – 9,4)	8,36 ± 0,72 (7,3 – 9,3)	0,704 ¹
Hämatokrit (mmol/l)	0,35 – 0,47	0,41 ± 0,03 (0,3 – 0,5)	0,41 ± 0,03 (0,3 – 0,5)	0,41 ± 0,04 (0,4 – 0,5)	0,862 ¹
MCH (Fmol)	1,68 – 2,0	1,83 ± 0,09 (1,6 – 2,0)	1,81 ± 0,09 (1,6 – 2,0)	1,86 ± 0,08 (1,7 – 2,0)	0,086 ¹

MCHC (mmol/l)	18,5 – 22,5	20,1 ± 3,1 (2,6 – 22,0)	19,9 ± 3,74 (2,6 – 22)	20,6 ± 0,43 (19,8 – 21,2)	0,928 ²
MCV (fI)	80 - 95	88,8 ± 3,71 (82 – 97,5)	87,7 ± 3,53 (82,0 – 97,5)	90,5 ± 2,47 (87,4 – 95,4)	0,015¹
Natrium (mmol/l)	135 - 145	140 ± 2,33 (131 – 143)	139 ± 2,6 (131 – 143)	140 ± 1,64 (138 – 142)	0,321 ²
Kalium (mmol/l)	3,5 – 4,6	3,92 ± 0,25 (3,3 – 4,4)	3,95 ± 0,2 (3,5 – 4,4)	3,84 ± 0,33 (3,3 – 4,3)	0,141 ¹
Calcium (mmol/l)	1,80 – 3,00	2,26 ± 0,07 (2,1 – 2,4)	2,26 ± 0,07 (2,2 – 2,4)	2,25 ± 0,06 (2,1 – 2,3)	0,853 ¹
Magnesium (mmol/l)	0,74 – 0,99	0,88 ± 0,08 (0,7 – 1,0)	0,86 ± 0,09 (0,7 – 1,0)	0,9 ± 0,05 (0,8 – 1,0)	0,209 ¹
Phosphat (mmol/l)	0,6 – 1,6	1,09 ± 0,17 (0,8 – 1,4)	1,06 ± 0,17 (0,8 – 1,4)	1,17 ± 0,16 (0,9 – 1,4)	0,088 ¹
Kreatinin (µmol/l)	42 – 80	65,4 ± 10,6 (42,0 – 90,0)	66,4 ± 10,1 (46,0 – 90,0)	63,8 ± 12,8 (42,0 – 86,0)	0,392 ¹
Harnstoff (mmol/l)	2,5 – 6,4	4,9 ± 1,57 (2,2 – 9,7)	5,13 ± 1,65 (3,0 – 9,7)	4,42 ± 1,04 (2,2 – 5,9)	0,186 ²
Harnsäure (µmol/l)	155 - 357	296 ± 92,7 (32 – 555)	298 ± 100 (32 – 555)	309 ± 78,3 (195 – 410)	0,986 ²
Triglyceride (mmol/l)	0 – 1,9	1,31 ± 0,83 (0,54 – 4,57)	1,46 ± 0,94 (0,58 – 4,57)	1,04 ± 0,39 (0,54 – 1,58)	0,186 ²
Cholesterin gesamt (mmol/l)	< 6,0	4,78 ± 0,95 (3,2 – 7,4)	4,9 ± 1,03 (3,2 – 7,4)	4,66 ± 0,73 (3,7 – 6,0)	0,395 ¹
LDL Cholesterin (mmol/l)	0 – 3,34	2,9 ± 0,88 (1,21 – 5,45)	3,09 ± 0,91 (1,73 – 5,45)	2,6 ± 0,73 (1,21 – 3,8)	0,131 ¹
HDL Cholesterin (mmol/l)	> 1,03	1,54 ± 0,44 (0,83 – 2,98)	1,47 ± 0,48 (0,83 – 2,98)	1,75 ± 0,33 (1,27 – 2,27)	0,054²

HbA1c NGSP Blutzucker (%)	< 6,5	5,44 ± 0,9 (4,3 – 9,8)	5,51 ± 1,06 (4,3 – 9,8)	5,34 ± 0,46 (4,5 – 6,1)	1,000 ²
Glucose (mmol/l)	3,9 – 6,4	5,36 ± 2,53 (3,9 – 19,4)	5,50 ± 3,03 (3,9 – 19,4)	5,08 ± 0,77 (4,1 – 6,6)	0,677 ¹
Albumin (g/l)	34 - 50	36,8 ± 2,31 (32,0 – 42,0)	36,9 ± 2,63 (32,0 – 42,0)	36,2 ± 1,3 (34,0 – 38,0)	0,602 ¹
Zink (µmol/l)	Frauen: 10,7 – 17,5 Männer: 11,1 – 19,5	13,5 ± 1,29 (10,5 – 16,0)	13,5 ± 1,27 (10,5 – 15,5)	13,7 – 1,43 (11,3 – 16,0)	0,968 ¹
Kupfer (µg/l)	800 - 1550	1212 ± 252 (813 – 2367)	1197 ± 161 (813 – 1582)	1267 ± 426 (961 – 2367)	0,673 ²
Selen (µg/l)	50 - 120	79,1 ± 15,9 (53,0 – 117)	79,8 ± 16,7 (53,0 – 117)	79,3 ± 14,3 (62,0 – 102)	0,704 ¹
Vitamin B1 (µg/l)	28 – 85	58,9 ± 14,9 (29,0 – 95,6)	57,0 ± 14,3 (32,2 – 95,6)	67,2 ± 11,1 (48,8 – 78,3)	0,049¹
Vitamin B12 (pg/ml)	182 – 625	489 ± 282 (189 – 1598)	462 ± 212 (238 – 1250)	584 ± 436 (189 – 1598)	0,928 ²
Folsäure (ng/ml)	3 – 17	12,1 ± 10,9 (2,4 – 53,4)	8,91 ± 6,65 (2,4 – 24,3)	20,5 ± 15,9 (3,0 – 53,4)	0,083 ²
Ferritin (µg/l)	Frauen: 8 – 252 Männer: 26 – 388	95,5 ± 80,7 (5 – 317)	110 ± 89,1 (5 – 317)	64,9 ± 52,6 (12 – 141)	0,105 ²
Transferrin (g/l)	Frauen: 1,6 – 3,5 Männer: 1,7 – 3,3	2,55 ± 0,34 (1,9 – 3,3)	2,48 ± 0,35 (1,9 – 3,3)	2,71 ± 0,29 (2,3 – 3,1)	0,055 ¹
Transferrin Sättigung (%)	16 – 45	27,3 ± 9,2 (6,4 – 49,0)	27,4 ± 9,9 (6,4 – 49)	27,1 ± 8,76 (18,5 – 45,0)	0,927 ¹
Eisen (µmol/l)	7 - 30	17,2 ± 5,5 (4,5 – 32,0)	16,9 ± 6,08 (4,5 – 32,0)	18,1 ± 4,78 (13,0 – 26,0)	0,439 ²

TPZ (INR)	1,0 – 1,2	1,06 ± 0,17 (1,0 – 2,0)	1,06 ± 0,2 (1,0 – 2,0)	1,04 ± 0,05 (1,0 – 1,1)	0,287 ²
Vitamin E (mg/l)	5 – 20	13,7 ± 3,12 (7,1 – 22,1)	14 ± 3,21 (7,1 – 22,1)	13 ± 2,91 (9,9 – 19,1)	0,424 ¹
Vitamin A (mg/l)	0,3 – 0,65	0,46 ± 0,12 (0,18 – 0,77)	0,47 ± 0,13 (0,18 – 0,77)	0,45 ± 0,1 (0,33 – 0,64)	0,681 ¹
25-OH Vitamin D (ng/l)	>30	33,8 ± 15,0 (25,1 – 102)	31,1 ± 14,8 (14,6 – 69,3)	38,3 ± 11,9 (20,7 – 60,5)	0,441 ¹
Parathormon (pg/ml)	15 – 65	50,7 ± 17,3 (25,1 – 102)	50,3 ± 18,3 (25,1 – 102)	53,1 ± 17,1 (31,6 – 79,3)	0,731 ¹

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen SG und RYGB;

SG= Gruppe der Patienten*innen mit Sleeve Gastrektomie;

RYGB= Gruppe der Patienten*innen mit Roux-en-Y-Magenbypass;

³ Laborkatalog des Instituts für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin der Universitätsmedizin Greifswald

4.1.8. Ernährungsgewohnheiten

Tabelle 7: Vergleich der Makronährstoffaufnahme zwischen den beiden Operationsverfahren

Makro-nährstoffe	Referenzwerte Normal-bevölkerung ³	Gesamt (n=35) MW ± SD (Min – Max)	SG (n=25) MW ± SD (Min – Max)	RYGB (n=10) MW ± SD (Min – Max)	p SG/ RYGB
Energie (kcal)		1574 ± 590 (520 – 3060)	1690 ± 635 (520 – 3060)	1285 ± 327 (831 – 1730)	0,066 ¹
Protein gesamt (g)	≥60 ^a	73,1 ± 32,2 (23,7 – 164)	75,8 ± 31,9 (23,7 – 164)	66,2 ± 33,6 (34,8 – 138)	0,439 ²
Protein (g /kg /NG)	1,5 ^a	1,02 ± 0,45 (0,30 – 2,20)	1,05 ± 0,42 (0,30 – 2,00)	0,94 ± 0,52 (0,40 – 2,20)	0,270 ²
Protein (g /kg /KG)	0,8	0,72 ± 0,39 (0,22 – 2,29)	0,67 ± 0,29 (0,22 – 1,32)	0,85 ± 0,57 (0,42 – 2,29)	0,733 ²

Protein (%)	15-20	19,1 ± 5,45 (11,0 – 33,0)	18,5 ± 4,74 (11,0 – 29,0)	20,7 – 6,96 (14,0 – 33,0)	0,372 ¹
Kohlen- hydrate (g)		157 ± 61,4 (55,0 – 287)	167 ± 67,1 (55,0 – 287)	131 ± 34,0 (91,0 – 211)	0,043¹
Kohlen- hydrate (%)	>50	41,1 ± 7,9 (26 – 58)	40,4 ± 7,04 (26,0 – 52,0)	42,8 ± 9,96 (26,0 – 58,0)	0,433 ¹
Ballaststoffe (g)	>30 (♀16,7g/ 1000kcal; ♂13g/ 1000kcal)	14,2 ± 5,72 (5,00 – 31,2)	13,8 ± 5,61 (5,00 – 31,2)	15,1 ± 6,19 (9,20 – 29,2)	0,788 ²
Saccharose (g)		42,7 ± 31,2 (9,10 – 122)	46,0 ± 34,9 (9,10 – 122)	34,3 ± 17,6 (9,90 – 69,4)	0,627 ²
Saccharose (%)	<10	11,1 ± 6,44 (1,40 – 28,0)	10,9 ± 6,92 (1,40 – 28,0)	11,4 ± 5,31 (2,40 – 21,0)	0,439 ²
Fett (g)		69,5 ± 31,5 (21,0 – 146)	76,1 ± 32,8 (21,0 – 146)	53,1 ± 21,5 (21,0 – 85,0)	0,049¹
Fett (%)	30	38,2 ± 6,8 (21,0 – 63,0)	39,3 ± 6,08 (31,0 – 63,0)	35,5 ± 8,20 (21,0 – 47,0)	0,439 ²

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test; p=Signifikanzniveau (<0,05) zwischen RYGB und SG; SG= Gruppe der Patienten*innen mit Sleeve Gastrektomie;

RYGB= Gruppe der Patienten*innen mit Roux-en-Y-Magenbypass;

³ Referenzwerte nach DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung);

^a S3 – Leitlinie nach bariatrischer Operation

Tabelle 8: Vergleich der Mikronährstoffaufnahme zwischen den beiden Operationsverfahren

Mikro- nährstoffe	Referenz- werte Normal- bevölkerung ³	Gesamt (n=35) MW ± SD (Min – Max)	SG (n=25) MW ± SD (Min – Max)	RYGB (n=10) MW ± SD (Min – Max)	p SG/ RYGB
Vitamin A (mg)	♀: 0,8 ♂: 1,0	0,48 ± 0,41 (0,1 – 2,4)	0,50 ± 0,46 (0,10 – 2,40)	0,43 ± 0,28 (0,20 – 1,10)	0,872 ²

Vitamin D (µg)	20	3,45 ± 4,92 (0,1 – 21,2)	3,91 ± 5,45 (0,10 – 21,2)	2,32 ± 3,21 (0,40 – 10,7)	0,131 ²
Vitamin E (mg)	♀: 12 ♂: 14	8,26 ± 5,71 (2,5 – 27,4)	8,81 ± 6,34 (2,50 – 27,4)	6,89 ± 3,64 (2,90 – 15,6)	0,653 ²
Vitamin K (µg)	♀: 60-65 ♂: 70-80	203 ± 92,4 (74 – 485)	210 ± 104 (74,0 – 485)	186 ± 56,9 (97,0 – 287)	0,506 ¹
Vitamin B1 (mg)	♀: 1,0 ♂: 1,2	1,51 ± 1,55 (0,2 – 7,7)	1,50 ± 1,58 (0,20 – 7,70)	1,53 ± 1,55 (0,40 – 5,70)	0,900 ²
Folsäure (µg)	300	160 ± 69,4 (60 – 342)	160 ± 72,2 (60,0 – 342)	159 ± 65,7 (93,0 – 279)	0,978 ¹
Vitamin B12 (µg)	4,0	4,01 ± 2,26 (0,8 – 9,5)	4,23 ± 2,32 (0,80 – 9,50)	3,46 ± 2,10 (1,40 – 8,00)	0,371 ¹
Calcium (mg)	1000	948 ± 458 (284 – 2020)	1000 ± 510 (284 – 2020)	821 ± 266 (353 – 1130)	0,653 ²
Magnesium (mg)	♀: 300 ♂: 350	325 ± 128 (99,0 – 580)	325 ± 126 (99,0 – 580)	326 ± 139 (144 – 547)	0,994 ¹
Eisen (mg)	♀: 10-15 ♂: 10	8,35 ± 3,49 (3,1 – 17,8)	8,20 ± 3,44 (3,10 – 17,8)	8,73 ± 3,78 (5,60 – 16,3)	0,928 ²
Zink (mg)	♀: 7-10 ♂: 11-16	7,34 ± 3,35 (2,1 – 19,0)	7,61 ± 3,63 (2,10 – 19,0)	6,65 ± 2,58 (3,9 – 11,1)	0,397 ²
Kupfer (mg)	1,0 – 1,5	1,51 ± 0,66 (0,5 – 3,0)	1,45 ± 0,65 (0,5 – 3,0)	1,64 ± 0,70 (0,70 – 2,70)	0,471 ¹

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test;

p=Signifikanzniveau (<0,05) zwischen Patienten*innen mit SG und RYGB;

SG=Sleeve Gastrektomie;

RYGB=Roux-en-Y-Magenbypass;

³ Referenzwerte nach DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung);

4.1.9. Lebensqualität

Tabelle 9: Vergleich der Lebensqualität zwischen Patienten*innen der BOP-Studie mit der Normalbevölkerung und mit der Bevölkerung mit Adipositas

	Normalbevölkerung ² (n=6676) MW ± SD (Min – Max)	Adipositas (n=49) MW ± SD (Min – Max)	Gesamt (n=35) MW ± SD (Min – Max)	p
KSK	48,2 ± 8,77 (10,6 – 64,4)	42,8 ± 11,0 (17,9 – 61,96)	43,1 ± 10,8 (18,8 – 63,5)	0,015¹
PSK	51,4 ± 8,55 (8,54 – 70,1)	47,7 ± 10,5 (25,5 – 67,8)	46,9 ± 12,4 (13,9 – 65,0)	0,145 ¹

¹ nicht normalverteilt, daher Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen der Normalbevölkerung und BOP-Studien Patienten*innen - Zuordnung alters- und geschlechtsspezifischer Normwerte zum Vergleich der Normalbevölkerung;

KSK = Körperliche Summenskala; PSK = Psychische Summenskala;

²deutsche Normstichprobe 1998 (n=6676)

4.1.10. Sozioökonomischer Status (SES)

Tabelle 10: Auswertung des SHIP01 für die Berechnung des Schichtindex zur Bildung des Sozioökonomischen Status

		Anzahl (n)	Häufigkeit (%)
Schulbildung und berufliche Qualifikation			
Schulabschluss	Sonderschule	1	2,9 %
	Volks-, Hauptschule, POS	9	25,7 %
	Realschule, POS	22	62,9 %
	Fachhochschulreife	1	2,9 %
	Abitur / Hochschulreife / EOS	2	5,7 %
Berufliche Ausbildung	Keine	1	2,9 %
	Zurzeit noch in berufl. Ausbildung, Student, Schüler	1	2,9 %
	Keinen Abschluss, Teilfacharbeiter	1	2,9 %
	Facharbeiter, Lehre mit Abschluss	20	57,1 %
	Berufsfachschule, Handelsschule	5	14,3 %
	Fachschule, Fachhochschule	7	20,0 %

Berufliche Stellung			
Aktuelle Beschäftigungssituation	Hausfrau/-mann	2	5,7 %
	In Ausbildung, Studium o. Umschulung	1	2,9 %
	In Vorruhestand, Rente, Pension	10	28,6 %
	Teilzeiterwerbstätig (< 15h/Woche)	2	5,7 %
	Teilzeiterwerbstätig (15-34h/ Woche)	4	11,4 %
	Vollzeiterwerbstätig	14	40 %
	Arbeitslos	2	5,7 %
Derzeit o. zuletzt ausgeübte Tätigkeit	Arbeiter (Facharbeiter)	5	14,3 %
	Arbeiter (angelernt)	4	11,4 %
	Arbeiter (ungelernt)	2	5,7 %
	Angestellte*r m. umfassenden Führungsaufgaben	8	20,0 %
	Angestellte*r m. selbstständiger Aufgabenerledigung	4	11,4 %
	Angestellte*r m. qualifizierter Tätigkeit	8	20,0 %
	Angestellte*r m. einfacher Tätigkeit	4	11,4 %
	Trifft nicht zu	2	5,7 %
Nettoeinkommen im Monat pro Haushalt			
Einkommen	Unter 500€	5	14,3 %
	500 bis unter 900 €	2	5,7 %
	900 bis unter 1300 €	8	20,0 %
	1300 bis unter 1800 €	6	17,1 %
	1800 bis unter 2300 €	6	17,1 %
	2300 bis unter 2800 €	2	5,7 %
	2800 bis unter 3300 €	3	8,6 %
	3300 bis unter 3800 €	1	2,9 %

Auswertung des Schichtindex:

Tabelle 11: Auswertung der Berechnungsgrundlage für den Schichtindex (Ergebnisse des SES_Scores)

Gesamt (n=35)	Score_ Bildung	Score_ Beruf	Score_ Einkommen	Gesamt Score_SES
MW ± SD (Min – Max)	3,74 ± 1,58 (1,00 – 7,00)	3,71 ± 2,27 (1,00 – 7,00)	2,60 ± 1,82 (1,00 – 7,00)	10,1 ± 4,39 (4,00 – 20,0)

Einteilung des sozioökonomischen Status (SES):

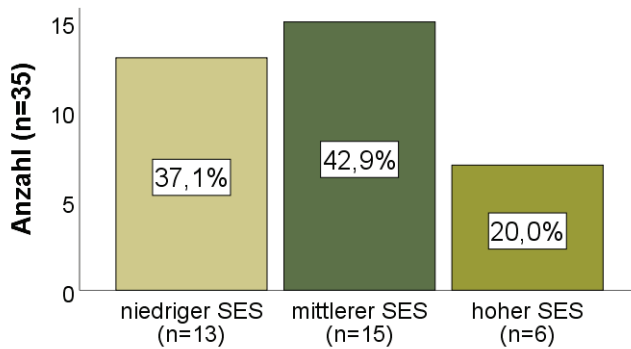


Abbildung 3: Einteilung des sozioökonomischen Status (SES) in niedrig, mittel, hoch (n=35)

Bei der Einteilung des sozioökonomischen Status (SES) in niedrig, mittel und hoch, ergeben sich die beiden Gruppen: niedriger SES (37,1%; n=13) und mittlerer/hoher SES (62,9%; n=21).

4.2. Primäres Ziel: Einhaltung der Ernährungsempfehlungen

4.2.1. Proteinaufnahme

Auswertung des P_SCORE

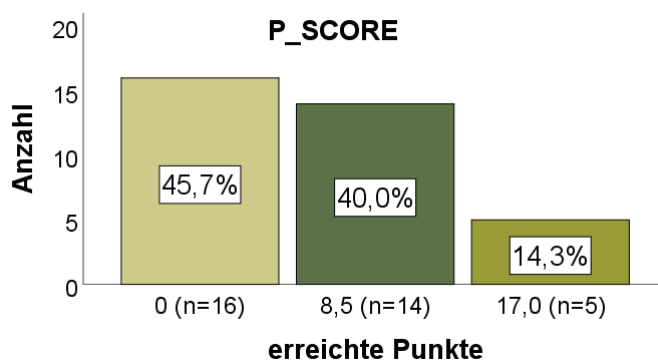


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte des Protein_Scores (P_SCORE) (n=35)

- 0 Punkte: Proteinaufnahme < 60g/d
- 8,5 Punkte: Proteinaufnahme von mind. 60g/d
- 17 Punkte: Proteinaufnahme von mind. 60g/d UND 1,5g pro kg Normalgewicht

Bei 45,7% (n=16) der Patienten*innen war die Proteinaufnahme < 60g/d. Die empfohlene Proteinaufnahme von mind. 60g/d erreichten 54,3% (n=19) der Patienten*innen und 14,3% erzielten eine Proteinaufnahme von 1,5g/kg bezogen auf das Normalgewicht (NG) am Tag.

4.2.2. Vitamin- und Mineralstoffsupplementation

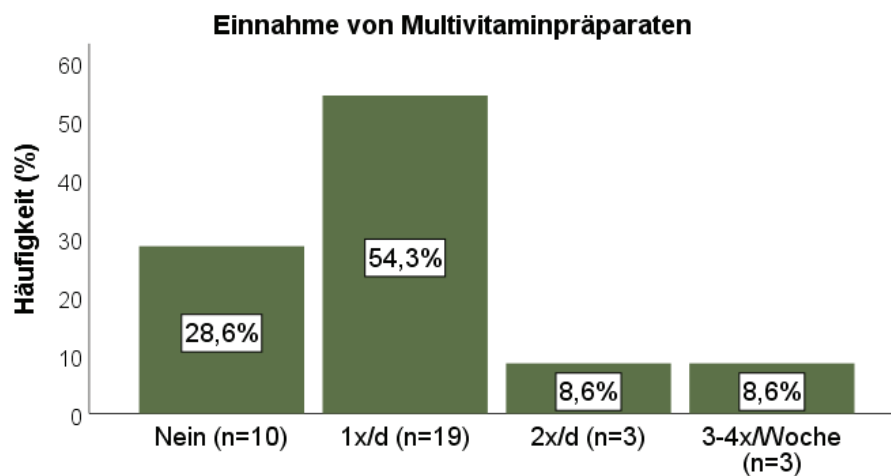


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Einnahme eines MVM-Präparates

Die nachstehende Tabelle zeigt die Häufigkeiten einzelner Mikronährstoffergänzungen, die laut Empfehlungen der S3-Leitlinie zusätzlich zum Multivitamin- und Mineralstoffpräparat (MVM-Präparat) supplementiert werden sollen.

Tabelle 12: zusätzliche Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen

Vitamin/ Mineralstoff	Supplementierung Häufigkeit in % (n=Anzahl)	Als MVM-Präparat Häufigkeit (%) Anzahl (n)	Einzel Häufigkeit (%) Anzahl (n)
Vitamin B12	100% (35) (intramuskuläre Injektion)	20% (7) (orale Einnahme)	
Vitamin D	86% (30)	17% (6)	69% (24)
Calcium	63% (22)	29% (10)	34% (12)
Eisen	46% (16)	35% (12)	11% (4)
Magnesium	63% (22)	37% (13)	26% (9)

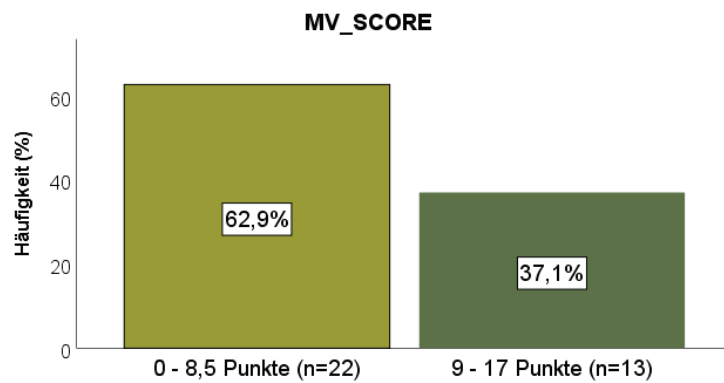


Abbildung 6: Einteilung der erreichten Punktwerte des Vitamin- und Mineralstoffscore (MV_SCORE) in niedrige und hohe Adhärenz (n=35)

- 0–8,5 Punkte: niedrige Adhärenz hinsichtlich einer leitliniengerechten Supplementierung von Vitaminen und Mineralstoffen
- 9–17 Punkte: hohe Adhärenz hinsichtlich einer leitliniengerechten Supplementierung von Vitaminen und Mineralstoffen

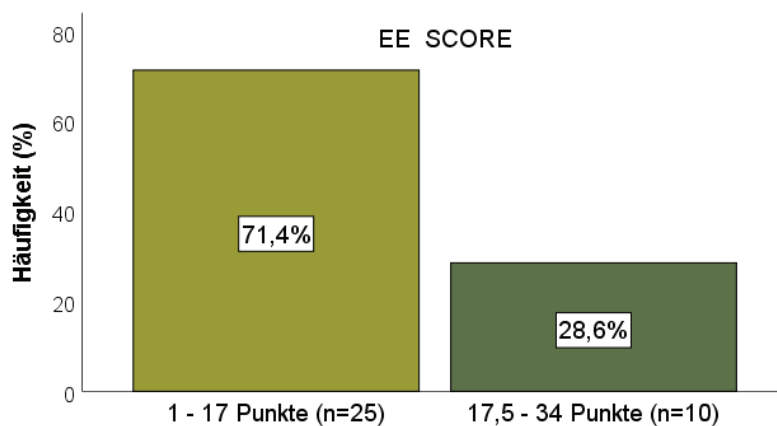


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte des Ernährungsempfehlungsscore (EE_SCORE)

4.3. Sekundäres Ziel: Einfluss des sozioökonomischen Status (SES) auf die Adhärenz

Tabelle 13: MW-Vergleiche zur Einhaltung der Ernährungsempfehlungen zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status

	Niedriger SES (n=13) MW ± SD (Min – Max)	Mittlerer/ hoher SES (n=22) MW ± SD (Min – Max)	p
PA Gesamt (g/d)	61 ± 26,7 (23,7 – 117)	80,2 ± 33,6 (34,8 – 164)	0,088 ¹
PA (in g /kg /NG /d)	0,82 ± 0,36 (0,30 – 1,60)	1,13 ± 0,46 (0,40 – 2,20)	0,045¹
PA (in g /kg /KG /d)	0,50 ± 0,19 (0,22 – 0,78)	0,86 ± 0,42 (0,42 – 2,29)	0,003²
P_SCORE	3,92 ± 5,61 (0,00 – 17,0)	6,96 ± 6,23 (0,00 – 17,0)	0,191 ²
MV_SCORE	5,14 ± 3,58 (1,00 – 10,5)	7,59 ± 4,66 (1,00 – 14,5)	0,180 ²
EE_SCORE	9,15 ± 5,98 (1,00 – 18,0)	14,3 ± 7,03 (1,00 – 29,5)	0,034¹

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zw. niedrigen und mittleren/hohen SES;

PA=Proteinaufnahme

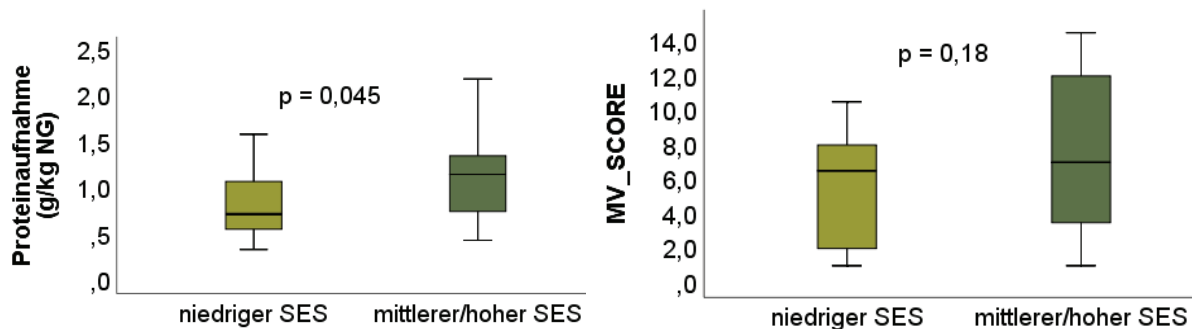


Abbildung 8: Boxplotdarstellung der MW-Vergleiche der Proteinaufnahme zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status (SES)

Abbildung 9: Boxplotdarstellung der MW-Vergleiche des MV_SCORE zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status (SES)

4.3.1. Korrelationen zwischen dem sozioökonomischen Status (SES) und der Adhärenz

Tabelle 14: Korrelationsanalysen zwischen dem SES_SCORE und der Proteinaufnahme sowie den einzelnen Scores zur Einhaltung der Ernährungsempfehlungen (P_SCORE; MV_SCORE; EE_SCORE)

	SES_SCORE			SES_SCORE	
	r	p (r)		r	p (r)
PA gesamt (g/d)	0,116	0,506	P_SCORE	0,057	0,746
PA (g /kg NG /d)	0,214	0,217	MV_SCORE	0,321	0,060
PA (g /kg KG /d)	0,341*	0,045	EE_SCORE	0,215	0,216

r = Korrelationskoeffizient nach Spearman Rho; p(r)=Signifikanzniveau (<0,05);
PA=Proteinaufnahme

4.3.2. Unterschiede zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status hinsichtlich der Anthropometrie und Muskelkraft

Tabelle 15: MW-Vergleiche der Anthropometrie und Handkraft zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status

Anthropometrie und Handkraft	Niedriger SES (n=13) MW ± SD (Min – Max)	Mittlerer/hocher SES (n=22) MW ± SD (Min – Max)	p
Körpergewicht (kg)	123 ± 28,5 (82,1 – 179)	97,2 ± 26,4 (60,3 – 163)	0,010
Körpergröße (cm)	172 ± 8,6 (154 – 184)	168 ± 9,2 (150 – 185)	0,188
BMI (kg/m ²)	41,3 ± 8,05 (28,4 – 57)	34,3 ± 8,93 (23,8 – 58,6)	0,027
Taillenumfang (cm)	124 ± 16,9 (90,6 – 149)	104 ± 18,4 (76,3 – 140)	0,003
Hüftumfang (cm)	134 ± 21,1 (102 – 179)	116 ± 19,0 (85,1 – 167)	0,011
WHR	0,93 ± 0,08 (0,78 – 1,1)	0,9 ± 0,1 (0,75 – 1,12)	0,454
Oberarmumfang (cm)	41,5 ± 5,56 (31,6 – 50,1)	37,2 ± 6,21 (30,5 – 49,5)	0,045
Trizeps-Hautfaltenmessung (mm)	41,7 ± 10,8 (20,2 – 59,7)	33,1 ± 8,39 (20,0 – 47,3)	0,013
Handkraft (kg)	30,8 ± 9,85 (12,4 – 52,1)	28,4 ± 9,54 (16,9 – 53,6)	0,229

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben; ²nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben; p=Signifikanzniveau (<0,05) zw. niedrigen u. mittleren/hohen SES

Tabelle 16: MW-Vergleiche der Körperzusammensetzung zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status (SES)

Körperzusammen- setzung	Niedriger SES (n=13) MW ± SD (Min – Max)	Mittlerer/hocher SES (n=22) MW ± SD (Min – Max)	p
Fettmasse (kg)	55,5 ± 18,0 (26,3 – 88,3)	41,4 ± 19,2 (13,2 – 89,7)	0,040¹
Fettmasse (%)	44,5 ± 8,34 (25,7 – 55,8)	41,0 ± 10,2 (21,9 – 59,7)	0,311 ¹
Fettmasseindex (kg/m ²)	18,7 ± 5,78 (8,6 – 28,1)	14,7 ± 7,21 (5,2 – 35,0)	0,107 ¹
Fettfreie Masse (kg)	67,8 ± 15,4 (43,7 – 90,9)	55,8 ± 11,7 (40,0 – 86,2)	0,013²
Fettfreie Masse (%)	55,5 ± 8,34 (44,2 – 74,3)	59,0 ± 10,2 (40,3 – 78,1)	0,311 ¹
Fettfreie Masse-Index	22,7 ± 4,0 (17,2 – 28,9)	19,6 ± 2,76 (16,0 – 26,6)	0,010¹
Skelettmuskelmasse (kg)	32,2 ± 8,21 (18,9 – 45,1)	25,4 ± 6,97 (15,8 – 43,5)	0,013²
Gesamtkörperwasser (l)	51,1 ± 11,4 (33,2 – 68,9)	42,2 ± 8,6 (30,5 – 64,9)	0,013²
Gesamtkörperwasser (%)	41,7 ± 5,87 (33,6 – 54,9)	44,4 ± 7,27 (31,1 – 58,6)	0,266 ¹
Extrazelluläres Wasser (l)	23,4 ± 5,12 (15,8 – 32,4)	19,9 ± 3,32 (15,5 – 28,4)	0,018¹
Extraz. Wasser (%)	19,1 ± 2,64 (15,7 – 25,4)	21,0 ± 3,47 (14,8 – 29,2)	0,099 ¹
Gesamtkörperw./ Extraz. Wasser (%)	45,9 ± 1,45 (43,3 – 47,5)	47,4 ± 2,26 (43,1 – 51,4)	0,038²
Resistanz (Ohm)	435 ± 78,9 (321 – 567)	482 ± 62,2 (377 – 593)	0,062 ¹
Reaktanz (Ohm)	39,3 ± 10,0 (20,3 – 50,8)	40,9 ± 6,76 (29,9 – 52,1)	0,576 ¹
Phasenwinkel (°)	5,07 ± 0,82 (3,3 – 6,2)	4,87 ± 0,64 (4,0 – 6,1)	0,440 ¹
Viszerale Fett (l)	6,42 ± 3,82 (0,3 – 13,7)	2,9 ± 2,92 (0,0 – 10,6)	0,003²

¹ normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

² nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen niedrigen und mittleren/hohen SES

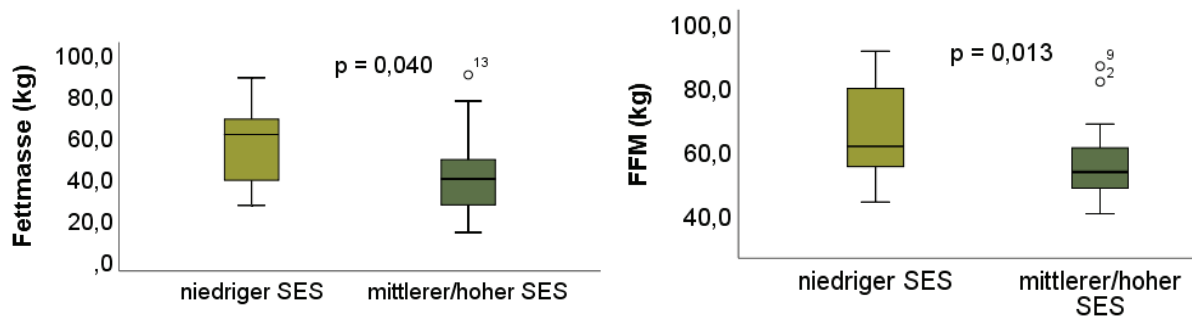


Abbildung 10: Boxplotdarstellung – Vergleich der Fettmasse in kg (FM) zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status (n=35)

Abbildung 11: Boxplotdarstellung - Vergleich der fettfreien Masse in kg (FFM) zwischen den Gruppen des sozioökonomischen (n=35)

4.3.3. Korrelationen zwischen dem SES und der Anthropometrie, Muskelkraft und Körperzusammensetzung

Tabelle 17: Korrelationen zwischen dem SES_SCORE und der Anthropometrie, Handkraft und Körperzusammensetzung

	SES			SES	
	r	p (r)		r	p (r)
Körpergewicht (kg)	-0,473**	0,004	Fettmasse (kg)	-0,415	0,013
Körpergröße (cm)	-0,285	0,097	Fettmasse (%)	-0,243	0,160
BMI (kg/m ²)	-0,419**	0,012	Fettmasseindex (kg/m ²)	-0,351	0,039
Taillenumfang (cm)	-0,478**	0,004	Fettfreie Masse (kg)	-0,396	0,019
Hüftumfang (cm)	-0,413**	0,014	Fettfreie Masse (%)	0,243	0,160
Oberarmumfang (cm)	-0,400**	0,017	Fettfreie Masse-Index	-0,343	0,044
Trizeps-Hautfaltenmessung (mm)	-0,424**	0,011	Skelettmuskelmasse (kg)	-0,405	0,016
Handkraft (kg)	-0,161	0,355	Gesamtkörperwasser (l)	-0,401	0,017
WHR	-0,138	0,431	Gesamtkörperwasser (%)	0,238	0,168

Extrazelluläres Wasser (l)	-0,382	0,023	Resistanz (Ohm)	0,271	0,116
Extrazelluläres Wasser(%)	0,299	0,081	Reaktanz (Ohm)	0,048	0,782
Gesamtkörperw./ Extrazelluläres W. (%)	0,263	0,127	Phasenwinkel (°)	-0,083	0,636
Viszerales Fett (l)	0,461	0,005			

r=Korrelationskoeffizient nach Spearman;

p(r)=Signifikanzniveau bei <0,05

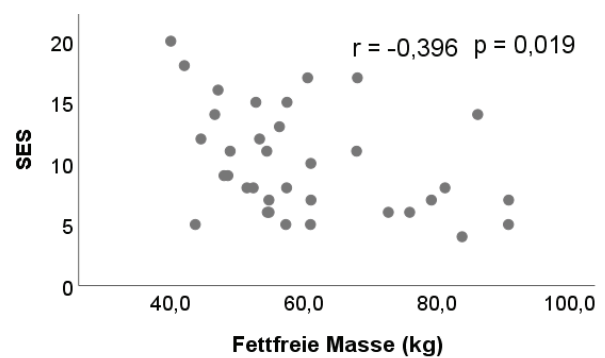
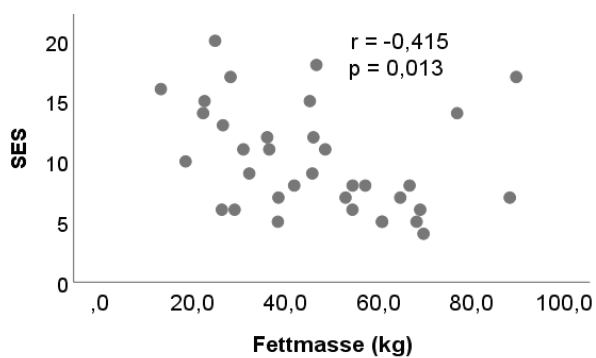


Abbildung 12: Sozioökonomischer Status (SES) in Abhängigkeit der Fettmasse (kg) (n=35)

Abbildung 13: Sozioökonomischer Status (SES) in Abhängigkeit der fettfreien Masse (kg) (n=35)

4.4. Sekundäres Ziel: Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Hinblick auf die Adhärenz

Tabelle 18: MW-Vergleiche zwischen „Jüngeren“ und „Älteren“ hinsichtlich der Einhaltung von Ernährungsempfehlungen

Alterskategorie	„Jüngere“ 29 – 49 Jahre (n=23) MW ± SD (Min - Max)	„Ältere“ 50 – 69 Jahre (n=12) MW±SD (Min-Max)	p
PA Gesamt (g/d)	81,0 ± 31,9 (26,4 – 164)	58,0 – 28,2 (23,7 – 111)	0,043¹
PA (g /kg NG /d)	1,12 ± 0,44 (0,3 – 2,2)	0,84 ± 0,41 (0,4 – 1,7)	0,079 ²
PA (g/ kg KG /d)	0,8 ± 0,42 (0,22 – 2,29)	0,58 ± 0,28 (0,29 – 1,31)	0,026²
P_SCORE	7,39 ± 5,9 (0 – 17)	2,8 ± 5,54 (0 – 17)	0,037²
MV_SCORE	6,99 ± 4,31 (1,0 – 14,5)	6,08 ± 4,72 (1,0 – 13,5)	0,571 ¹
EE_SCORE	14,0 ± 7,1 (1,0 – 29,5)	9,29 ± 6,04 (2,0 – 20,0)	0,058 ¹

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

²nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen den Altersgruppen „Jüngere“ und „Ältere“

PA = Proteinaufnahme

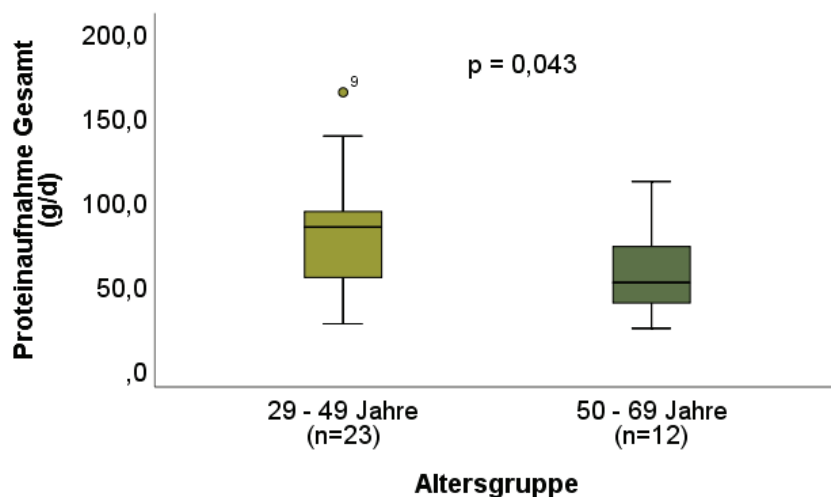


Abbildung 14: Boxplotdarstellung - Vergleich zwischen der „Jüngeren“ (29-49 Jahre) und „Älteren“ (50-69 Jahre) Altersgruppe mit der Proteinaufnahme

4.5. Sekundäres Ziel: Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Hinblick auf die Adhärenz

Tabelle 19: MW-Vergleiche zwischen Frauen und Männern hinsichtlich der Einhaltung von Ernährungsempfehlungen

	Frauen (n=24) MW ± SD (Min – Max)	Männer (n=11) MW ± SD (Min – Max)	p
PA gesamt (g/d)	69,0 ± 30,7 (23,7 – 138)	81,9 ± 35 (45,3 – 164)	0,278 ¹
PA (g /kg NG /d)	1,0 ± 0,46 (0,30 – 2,20)	1,04 ± 0,45 (0,50 – 2,00)	0,814 ¹
PA (g /kg KG /d)	0,76 ± 0,44 (0,22 – 2,29)	0,65 ± 0,27 (0,28 – 1,18)	0,612 ²
P_SCORE	5,31 ± 6,04 (0,00 – 17,0)	6,96 ± 6,38 (0,00 – 17,0)	0,494 ²
MV_SCORE	7,47 ± 4,64 (1,00 – 14,5)	4,96 ± 3,41 (1,00 – 10,5)	0,133 ²
EE_SCORE	12,6 ± 7,24 (1,00 – 29,5)	12 ± 6,91 (1,00 – 22,0)	0,844 ¹

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

²nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen den Geschlechtern;

PA=Proteinaufnahme

4.6. Sekundäres Ziel: Einfluss der Supplementation auf den Vitamin- und Mineralstoffstatus

Tabelle 20: MW-Vergleich des Vitamin- und Mineralstoffstatus zwischen dem „niedrigen“ und „hohen“ MV_SCORE

Laborwert	Niedriger MV_Score (n=22) MW ± SD (Min – Max)	Hoher MV_Score (n=11) MW ± SD (Min – Max)	p
Albumin (g/l)	37 ± 2,34 (32 – 41)	36,4 ± 2,42 (33 – 42)	0,681 ¹
Ferritin (µg/l)	107 ± 88 (5 – 317)	79,3 ± 70,3 (12 – 210)	0,335 ²
Vitamin B12 (pg/ml)	468 ± 231 (238 – 1250)	549 ± 386 (189 – 1598)	1,000 ²
Folsäure (ng/ml)	8,05 ± 6,25 (2,4 – 24,3)	20,1 ± 14,2 (3,8 – 53,4)	0,002²

Vitamin B1 (µg/l)	58,2 ± 12,3 (32,2 – 83,2)	62,8 ± 17,5 (35,3 – 95,6)	0,784 ¹
Vitamin D-25 (OH) (ng/l)	29,2 ± 13,05 (14,6 – 69,3)	40,8 ± 13,9 (21,2 – 66,3)	0,010²
Calcium (mmol/l)	2,26 ± 0,08 (2,2 – 2,4)	2,25 ± 0,06 (2,1 – 2,3)	0,446 ¹
Vitamin E (mg/l)	13,9 ± 3,28 (7,1 – 22,1)	13,5 ± 2,92 (9,9 – 19,1)	0,767 ¹
Kupfer (µg/l)	1166 ± 141 (813 – 1453)	1316 ± 388 (961 – 2367)	0,511 ²
Parathormon (pg/ml)	50,3 ± 17,2 (25,1 – 102)	52,7 ± 19,5 (27,6 – 83,6)	0,827 ²
Vitamin A (mg/l)	0,46 ± 0,14 (0,18 – 0,77)	0,46 ± 0,1 (0,33 – 0,64)	1,000 ¹
Selen (µg/l)	78,1 ± 16,6 (53 – 117)	82,9 ± 14,5 (62 – 102)	0,609 ¹
Zink (µmol/l)	13,4 ± 1,23 (10,5 – 15,5)	13,9 ± 1,42 (11,3 – 16)	0,357 ¹
LABOR_SCORE	9,91 ± 0,87 (7 – 11)	10,5 ± 0,78 (9 – 11)	0,062 ²

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

²nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen niedrigen und hohen MV_Score

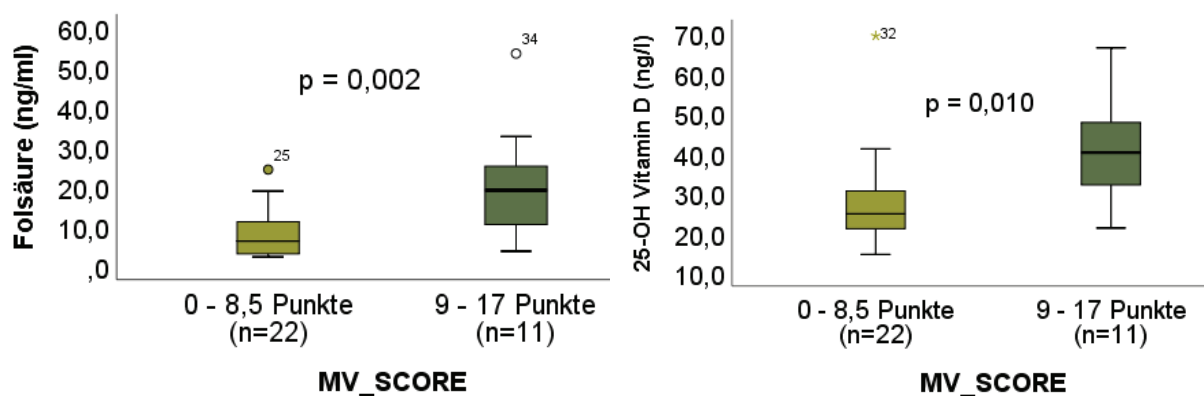


Abbildung 15: Boxplotdarstellung - Vergleich der Folsäure-konzentration zwischen dem niedrigen (0-8,5 Punkte) und hohen (9-17 Punkte) MV_Score (n=35)

Abbildung 16: Boxplotdarstellung – Vergleich der 25-OH-D-konzentration zwischen dem niedrigen (0-8,5 Punkte) und hohen (9-17 Punkte) MV_Score (n=35)

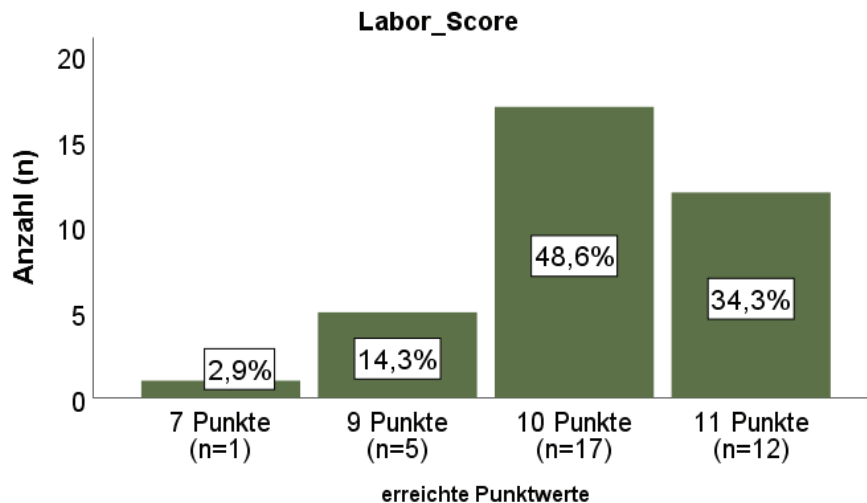


Abbildung 17: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktwerte des Labor_Score (n=35)

- 11 Punkte: alle Mikronährstoffkonzentrationen innerhalb des Referenzbereichs
- 10 Punkte: eine Mikronährstoffkonzentration < Referenzbereichs
- 9 Punkte: zwei Mikronährstoffkonzentrationen < Referenzbereichs
- 7 Punkte: vier Mikronährstoffkonzentrationen < Referenzbereich

Tabelle 21: Häufigkeitsverteilungen zur Auswertung der Laboruntersuchung gemäß der S3-Leitlinie für das Nährstoff-Monitoring

Laborparameter	< Referenzbereich Häufigkeit in % (n)	Im Referenzbereich Häufigkeit in % (n)	> Referenzbereich Häufigkeit in % (n)
Ferritin (µg/l)	2,86% (1)	97,1% (34)	-
Vitamin B12(pg/ml)	-	100% (35)	-
Folsäure (ng/ml)	5,71% (2)	65,7% (23)	28,6% (10)
Vitamin B1 (µg/l)	-	100% (100)	-
25-OH-D (µg/l)	51,4% (18)	48,6% (17)	-
Calcium (mmol/l)	-	100% (35)	-
Vitamin E (mg/l)	-	100% (35)	-
PTH (pg/ml)	-	77,1% (27)	22,9% (8)
Vitamin A (mg/l)	-	100% (35)	-
Zink (µmol/l)	-	100% (35)	-
Albumin (g/l)	8,57% (3)	91,4% (32)	-

n = Anzahl; PTH=Parathormon

4.6.1. Korrelationen zwischen der Vitamin- und Mineralstoffsupplementation und den Laborparametern

Tabelle 22: Korrelationen zwischen dem MV_SCORE und den Laborparametern

	MV_SCORE			MV_SCORE	
Laborwert	r	p(r)	Laborwert	r	p(r)
Albumin (g/l)	0,026	0,880	Vitamin E (mg/l)	-0,092	0,611
Ferritin (µg/l)	-0,366*	0,031	Kupfer (µg/l)	0,126	0,478
Vitamin B12 (pg/ml)	0,176	0,311	Parathormon (pg/ml)	-0,108	0,538
Folsäure (ng/ml)	0,730**	0,000	Vitamin A (mg/l)	-0,122	0,498
Vitamin B1 (µg/l)	0,123	0,489	Selen (µg/l)	0,255	0,145
Vitamin D-25 (OH) (ng/l)	0,537**	0,001	Zink (µmol/l)	0,104	0,551
Calcium (mmol/l)	0,000	1,000	LABOR_SCORE	0,449**	0,007

r=Korrelationskoeffizient nach Spearman; p(r)=Signifikanzniveau bei <0,05

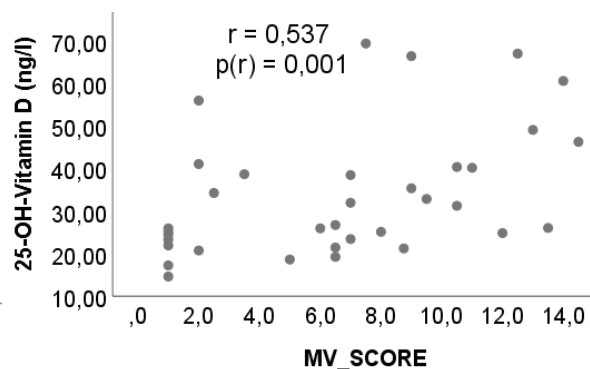
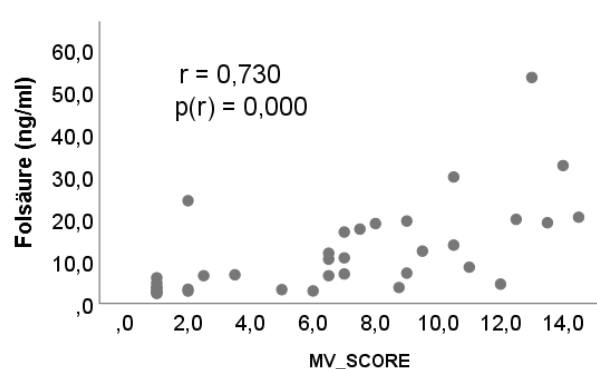


Abbildung 18: MV_Score in Abhängigkeit mit der Folsäurekonzentration (n=35)

Abbildung 19: MV_Score in Abhängigkeit mit der 25-OH-Vitamin D Konzentration (n=35)

5. Diskussion

Die Hauptziele der BOP-Studie waren es festzustellen, ob die postoperativen Ernährungsempfehlungen hinsichtlich der Proteinaufnahme und der prophylaktischen Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen gemäß der S3-Leitlinie nach bariatrischer Operation, eingehalten werden.

Die Ergebnisse der BOP-Studie zeigten, dass mehr als 70% der Patienten*innen die Ernährungsempfehlungen der S3-Leitlinie hinsichtlich der Proteinaufnahme und der Vitamin- und Mineralstoffsupplementation, nicht adäquat umsetzten. Während knapp mehr als die Hälfte eine Proteinaufnahme von mind. 60g/d erreichte, war die Proteinzufuhr bei 46% der Patienten*innen dennoch unzureichend. Überdies war ein mittlerer/hoher sozioökonomischer Status (SES) und ein jüngeres Alter mit einer besseren Adhärenz hinsichtlich der Empfehlungen zur Proteinaufnahme assoziiert. Die Proteinaufnahme von Frauen und Männern war vergleichbar. Darüber hinaus erfolgte die Vitamin- und Mineralstoffsupplementation bei 37% der Patienten*innen leitliniengerecht. Die Adhärenz war unabhängig vom SES, Alter und Geschlecht. 66% der Patienten*innen wiesen Mikronährstoffkonzentrationen unter dem empfohlenen Referenzbereich nach. Dabei konnten mit 25-OH-Vitamin D und Parathormon (PTH) zwei kritische Laborparameter festgestellt werden. Darüber hinaus war eine bessere Einhaltung der Mikronährstoffsupplementation mit höheren Serumwerten von 25-OH-Vitamin D und Folsäure verbunden. Es zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Adhärenz und den beiden Serumwerten.

5.1. Einhaltung der Proteinaufnahme

Nach einem bariatrischen Eingriff spielt eine ausreichende Proteinaufnahme eine wichtige Rolle. Sie verbessert die lebensmittelinduzierte Thermogenese und hält die Muskelmasse und damit den Energieverbrauch im Ruhezustand aufrecht [44-46]. Darüber hinaus wird durch eine proteinreiche Nahrung das Sättigungsgefühl gesteigert [47], was zur Reduzierung der Gesamtenergiezufuhr beiträgt. Eine ausreichende Proteinaufnahme verbessert den Ernährungszustand und begünstigt einen postoperativen Gewichtsverlauf positiv [45, 47]. Damit kann ein wichtiger Beitrag zum langfristigen Therapieerfolg geleistet werden.

Die durchschnittliche Proteinaufnahme in der BOP-Studie betrug 73g pro Tag und variierte zwischen 24g und 164g. 54% der Patienten*innen hat die empfohlene Proteinaufnahme von mind. 60g/d erreicht. Die Ergebnisse der BOP-Studie lassen sich mit den Beobachtungsstudien von Andreu et al. [6] und Moizé et al. [46] vergleichen, in denen 101 bzw. 50 SG- oder RYGB-Patienten*innen, untersucht wurden. In beiden Untersuchungen wurde die Proteinaufnahme mittels eines 3-Tage Ernährungsprotokoll quantifiziert und jeweils

nach 4, 8 und 12 Monaten erfasst [6, 46]. Beide Autoren fanden heraus, dass mehr als 50% der Probanden*innen eine Proteinaufnahme von $\geq 60\text{g/d}$ nach 12 Monaten erreichten. Allerdings war bei 37% [6] und 46% [46] der Probanden*innen die Proteinaufnahme unzureichend. Diese Ergebnisse decken sich mit denen der BOP-Studie. Ein ähnlicher Anteil von 46% erreichte nicht die Empfehlungen zur Proteinaufnahme.

Eine weitere Empfehlung der S3-Leitlinie ist eine Proteinzufuhr von $1,5\text{g/kg}$ bezogen auf das Normalgewicht (NG) pro Tag. 86% der Patienten*innen in der BOP-Studie konnten dieses Ziel nicht erreichen. In den Untersuchungen von Andreu et al. [6] und Moizé et al. [46] erreichten mehr als 50% der Probanden*innen nicht das Proteinaufnahmeziel von $1,2\text{g/kg NG/d}$ nach 12 Monaten. Diese Ergebnisse sind mit denen der BOP-Studie vergleichbar. Bei beiden Autoren zeigten sich eine verbesserte Proteinaufnahme über die Zeit. So hatten in der Untersuchung von Andreu et al. [6] nach 4, 8 und 12 Monaten 87%, 75% und 68% eine Proteinaufnahme unter $1,2\text{g/kg NG/d}$. Moizé et al. [46] fand ebenso eine Verbesserung der Proteinaufnahme über die Zeit heraus. Demnach hatten 79% und 66% nach 4 und 12 Monaten eine Proteinaufnahme unter $1,1\text{g/kg NG/d}$ [46]. Die Probanden*innen wurden in beiden Untersuchungen dazu aufgefordert 15g Proteinpulver täglich zusätzlich zu der normalen Ernährung aufzunehmen. Bei Andreu et al. [6] half die Proteinergänzung signifikant das Aufnahmeziel zu erreichen. Unmittelbar nach einer Operation entwickeln sich Intoleranzen gegenüber proteinreichen Lebensmitteln, sodass weniger Protein aufgenommen wird. Die Unverträglichkeiten verbessern sich mit der Zeit. Dies könnte eine weitere Erklärung für die verbesserte Proteinaufnahme nach 12 Monaten sein [46].

Eine unzureichende Proteinaufnahme kann zu einem Proteinmangel führen und den Abbau von körpereigenem Eiweiß beschleunigen. Dabei kann eine Absenkung von Albumin und Präalbumin beobachtet werden [14]. Eine Hypoalbuminämie tritt eher selten auf [48], die Prävalenz kann aber mit der postoperativen Zeit ansteigen [14]. In der BOP-Studie befand sich der mittlere Albuminspiegel mit 37g/l im unteren Referenzbereich ($34\text{--}50\text{g/l}$). 91% der Patienten*innen wiesen normale Albuminkonzentrationen auf. Im Gegensatz dazu, stellten Verger et al. [7] bei 38% der Probanden*innen mit RYGB und bei 52% mit SG, Präalbuminkonzentrationen $<0,2\text{g/l}$, 12 Monate nach der Operation fest. Zudem war das Risiko einer leichten Hypoalbuminämie (Albuminkonzentration $<37\text{g/l}$) bei 21% mit RYGB und 16% mit SG gegeben [7]. Bei 86% und 61% nach 3 und 12 Monaten betrug die Proteinaufnahme $<60\text{g/d}$ [7]. Damit erreichte nur eine Minderheit eine ausreichende Proteinaufnahme. Auch bei Andreu et al. [6] wurden zu allen Zeitpunkten die Plasmakonzentrationen von Albumin und Präalbumin bestimmt. Nach 12 Monaten zeigte sich eine Absenkung der Albumin- und Präalbuminkonzentrationen [6]. Dabei wurde kein Zusammenhang zwischen der Proteinaufnahme und den Albumin- oder Präalbuminkonzentrationen festgestellt [6]. Die

Prävalenz der Hypoalbuminämie betrug in der Studie von Caron et al. [14] 1,1% vor der Operation und stieg 12 Monate nach der Operation auf 6,6% an. Anschließend nahm sie wieder leicht ab. Aufgrund der eingeschränkten Nahrungsaufnahme ist auch die Proteinaufnahme reduziert. Zusätzlich können Unverträglichkeiten gegenüber proteinreichen Nahrungsmitteln entstehen. Diese Faktoren begünstigen einen Proteinmangel [14]. Nach einer gewissen Zeit verbessern sich die Unverträglichkeiten und es können wieder größere Mengen verzehrt werden. Die operativen Veränderungen sind mit den Ergebnissen der Untersuchungen assoziiert [14].

5.2. Einfluss des sozioökonomischen Status (SES) auf die Adhärenz

Nach bestem Wissen der Autorin, scheint die Studienlage zu bevölkerungsspezifischen Faktoren, die die Proteinaufnahme nach einer bariatrischen Operation beeinflussen könnten, rar zu sein. In der BOP-Studie konnte festgestellt werden, dass der sozioökonomische Status (SES) von bariatrisch operierten Patienten*innen mit der Adhärenz hinsichtlich der postoperativen Proteinaufnahme assoziiert ist. Patienten*innen mit einem mittleren/hohen SES tendierten zu einer höheren Gesamteiproteinaufnahme mit 80g/d als Patienten*innen mit einem niedrigen SES mit einer Aufnahme von 61g/d ($p=0,088$). Darüber hinaus zeigte der mittlere/hohe SES eine signifikant höhere Proteinaufnahme mit 1,13g/kg bezogen auf das Normalgewicht (NG) pro Tag, im Vergleich zum niedrigen SES mit einer Aufnahme von 0,82g/kg NG/d ($p=0,045$).

In der „Veterans Affairs Study“ [49] wurden bei 89 RYGB-Patienten*innen (79,5% Männer) die Auswirkungen des SES auf den langfristigen Gewichtsverlust in der Veteranenpopulation untersucht. Der SES wurde anhand vom mittleren Haushaltseinkommen überprüft. Die Forscher haben herausgefunden, dass ein niedriger SES 10 Jahre nach RYGB mit einem geringeren Gewichtsverlust verbunden war [49]. Coleman et al. [50] zeigten an 4088 RYGB- und SG-Patienten, dass Hochschulabsolventen*innen mit höherer Wahrscheinlichkeit eine Verbesserung des metabolischen Syndroms nach bariatrischer Operation aufwiesen [50]. Darüber hinaus zeigten Gullick et al. [51], dass der SES mit einem Gewichtsverlust 5 Jahre nach der Operation korrelieren könnte. Die Daten zeigen, dass das Einkommen, eine bessere Ausbildung, die Beschäftigungssituation und ein besserer Zugang zur Nachsorge einen Einfluss auf den postoperativen Therapieerfolg hinsichtlich der Gewichtsreduktion und der Verbesserung von Komorbiditäten haben [49, 50, 52, 53].

In der BOP-Studie konnte beobachtet werden, dass ein mittlerer/hoher SES sowohl mit einem niedrigeren BMI als auch mit einer niedrigeren Fettmasse in kg (FM), fettfreien Masse in kg (FFM) und Skelettmuskelmasse in kg (MM) assoziiert war im Vergleich zum niedrigen SES. Darüber hinaus zeigte sich ein negativer Zusammenhang zwischen dem SES und den Ergebnissen der BIA-Messung zur Körperzusammensetzung. Je höher der SES war, desto

geringer waren der BMI, die FM (kg), aber auch die FFM (kg) und die SMM (kg). Rodrigues et al. zeigten, dass eine Gewichtszunahme nach zwei Jahren wieder beginnen kann [54].

Eine höhere Adhärenz hinsichtlich der Proteinaufnahme ist mit einem größeren Gewichtsverlust verbunden, was die Remission der Adipositas positiv beeinflusst [55, 56]. Ob es hierbei eine Beeinflussung der Proteinaufnahme gibt, sollte in zukünftigen Studien untersucht werden. Ein Verlust der Muskelmasse wird durch eine unzureichende Proteinaufnahme begünstigt und stellt ein Risikofaktor für die Gewichtszunahme dar [46].

5.3. Einhaltung der Supplementation mit Vitaminen und Mineralstoffen

Nur 37% der Patienten*innen hielten die Empfehlungen hinsichtlich der Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen in der BOP_Studie adäquat ein. Verger et al. [7] zeigten, dass 77% und 86% mit einem RYGB nach 3 und 12 Monaten sowie 77% und 68% mit einer SG nach 3 und 12 Monaten, die Empfehlungen zur Supplementierung einhielten. Um Nährstoffmängel vorzubeugen, sollten die Probanden*innen zweimal täglich ein Multivitamin- und Mineralstoffpräparat (MVM-Präparat) einnehmen [7]. Zusätzlich sollte zweimal täglich Eisen, sowie Vitamin D und Calcium supplementiert werden. Die Adhärenz stieg mit der postoperativen Zeit. Dagan et al. [19] fanden heraus, dass 79%, 71% und 57% nach 3, 6 und 12 Monaten die Empfehlungen hinsichtlich der Mineralstoffsupplementation einhielten. Die Adhärenz verringerte sich nach einem Jahr postoperativ. Die Ergebnisse der beiden Untersuchungen stehen damit im Widerspruch zu den Ergebnissen der BOP_Studie.

Über die Hälfte der Patienten*innen in der BOP_Studie wiesen Mikronährstoffkonzentrationen unter den empfohlenen Referenzbereichen auf. Die beiden kritischen Laborparameter waren 25-OH-Vitamin D und das Parathormon (PTH). Serumkonzentrationswerte von 25-OH-Vitamin D <30ng/ml zeigte sich bei 51% der Patienten*innen. Und 23% der Patienten*innen hatten erhöhte PTH-Spiegel. In einer prospektiven Studie von Porat et al. [57] nahmen 92,6% ein MVM-Präparat und 74,1% ein Vitamin D Präparat im ersten postoperativen Jahr ein. Nach vier Jahren nahmen 37% der Probanden*innen das MVM-Präparat ein und 11,1% supplementierten Vitamin D [57]. Die Adhärenz verringerte sich mit der Zeit. Die Prävalenz von Defiziten erhöhte sich bei Vitamin B12 von 8% nach 1 Jahr auf 15% nach 4 Jahren [57]. Ein Vitamin D Mangel lag bei 96,2% nach 1 Jahr und bei 86% nach 4 Jahren vor [57]. Die Vitamin D Spiegel blieben während der gesamten Zeit niedrig. In der Untersuchung von Dagan et al. [19] hatten 83,1% der Probanden*innen präoperativ sowie 33,3% und 36,8% nach 3 und 12 Monaten eine Vitamin D Insuffizienz [19]. Bei Verger et al. [7] war eine Vitamin D Insuffizienz zu Studienbeginn bei 86% mit RYGB und 83% mit SG vorhanden, ein Vitamin Mangel lag sogar bei 54% vor. Eine Vitamin D Supplementation ermöglichte es, dass die 25-OH-Vitamin D3 Serumkonzentrationswerte signifikant nach 6 Monaten anstiegen und sich

nach 12 Monaten stabilisierten [7]. Ein sekundärer Hyperparathyreoidismus war nach 12 Monaten bei 43% der Probanden*innen mit RYGB und bei 21% mit SG vorhanden [7].

In der BOP-Studie wurde festgestellt, dass eine bessere Einhaltung der Mikronährstoffsupplementierung mit höheren Serumwerten von 25-OH-Vitamin D ($p=0,010$) und Folsäure ($p=0,002$) verbunden war. Bei Patienten*innen mit einer geringeren Adhärenz waren die mittleren 25-OH-Vitamin Serumwerte leicht unter dem Referenzbereich (29,2ng/l), wohingegen der mittlere Serumwert von Folsäure leicht über dem Referenzbereich lag bei Patienten*innen mit einer höheren Adhärenz (20,1ng/ml). Dagan et. al [19] beobachteten, dass die Einhaltung der Supplementierung nach 12 Monaten signifikant mit höheren Serumspiegeln von Folsäure, Eisen, Hämoglobin, Vitamin D und Vitamin B12 assoziiert war. Auch Verger et al. [7] konnten beobachten, dass eine Vitamin- und Mineralstoffsupplementierung mit erhöhten Serumwerten von Thiamin, Ferritin sowie Vitamin B12 verbunden war. Die Ergebnisse decken sich mit denen der BOP-Studie.

In der BOP-Studie zeigten sich positive Zusammenhänge zwischen der Adhärenz und den Serumwerten von Folsäure ($r=0,730$; $p=0,000$) und 25-OH-Vitamin D ($r=0,537$; $p=0,001$). Das Auftreten von Ernährungsdefiziten ist ein häufiges Problem nach einer bariatrischen Operation und die Prävalenz kann mit der postoperativen Zeit steigen [57]. Die Ergebnisse bestätigen, dass eine Supplementation mit Vitaminen und Mineralstoffen Defizite vorbeugen kann.

5.4. Limitationen und Stärken

In der BOP-Studie wurde ein Querschnitt als Design verwendet, welches nur eine einmalige Datenerhebung ermöglichte. Um die Adhärenz im postoperativen Verlauf beurteilen zu können, sind weitere Untersuchungen in Form von z.B. Interventions- oder Beobachtungsstudien erforderlich. Darüber hinaus kann eine mögliche Selektionsbias zu Verzerrungen in den Ergebnissen geführt haben. Die Untersuchungen der Patienten*innen fanden zu einem unterschiedlichen postoperativen Zeitraum statt. Dieser schwankte zwischen 0,5 und 3,5 Jahren.

Ein Vorteil gegenüber anderen Studien war, dass in der BOP-Studie ein 7-Tage-Ernährungsprotokoll zur quantitativen Erfassung der Proteinaufnahme verwendet wurde. Dies ermöglichte die genaue Erfassung der Proteinmenge. Die Gefahr des Vergessens einzelner Speisen ist geringer als bei einem 24-h-Recall. Bei dieser Methode besteht die Gefahr der Verzerrung durch bloßes Abschätzen der Portionsgrößen und führt möglicherweise zum „Underreporting“ oder zum Überschätzen von Portionen.

Eine weitere Stärke war die Verwendung von validierten und standardisierten Messmethoden. Die BIA-Messung ermöglichte den genauen IST-Zustand der Körperzusammensetzung zu erfassen. Bei einer Verlaufskontrolle im Rahmen der Nachsorgeuntersuchung kann überprüft

werden, ob sich die Fettmasse und/oder Muskelmasse verringert haben. Diese Messmethode weist auch eine Einschränkung auf. Die Ergebnisse können ab einem BMI von $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ beeinflusst werden [58].

Abschließend war eine weitere Stärke ein großes Vertrauen zum Chirurgen und Ernährungsteam. Dadurch haben sich viele Patienten*innen bereit erklärt an der BOP_Studie teilzunehmen.

6. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der BOP_Studie unterstützen die aktuellen Empfehlungen der S3-Leitlinie mit dem Ziel mind. 60g Protein aufzunehmen. Eine weitere empfohlene Proteinzufuhr von 1,5g/kg bezogen auf das Normalgewicht scheint sehr hoch zu sein und könnte mit einer zusätzlichen Proteinergänzung erreicht werden. Im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen sollten der sozioökonomische Status und das Alter berücksichtigt werden, um eine optimale Proteinversorgung sicherzustellen.

Darüber hinaus bestätigen die Ergebnisse der BOP_Studie, dass eine Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen postoperative Ernährungsdefizite vorzubeugen kann. Während der Nachsorgeuntersuchungen sollte auf eine adäquate Supplementierung geachtet werden. Zusätzlich sollte eine regelmäßige Überprüfung des Vitamin- und Mineralstoffstatus durchgeführt werden, um Defizite rechtzeitig zu erkennen.

Die Kosten für Vitamin- und Mineralstoffpräparate müssen bariatrische Patienten*innen bisher selbst tragen. Möglicherweise würde eine Kostenübernahme seitens der Krankenkassen die Adhärenz positiv beeinflussen.

7. Literaturverzeichnis

1. Department SR. Statistiken zum Thema Übergewicht und Adipositas 04.05.2020 [Available from: <https://de.statista.com/themen/1468/uebergewicht-und-adipositas/>].
2. Schienkiewitz A, Mensink G, Kuhnert R, Lange C. Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland. Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung; 2017.
3. Hellbardt M. Ernährung im Kontext der bariatrischen Chirurgie. Lengerich: Pabst Science Publisher; 2011:5-120 ISBN:978-3-89967-712-6
4. Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie. S3-Leitlinie: Chirurgie der Adipositas und metabolischer Erkrankungen 2018 [Internetquelle]. [zitiert am 15.07.2020]. Version 2.3 Februar 2018 URL: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/088-001I_S3_Chirurgie-Adipositas-metabolische-Erkrankungen_2018-02.pdf.
5. Stroh C. Baraitrische Chirurgie: Magenbypass bevorzugte Operation. Deutsches Ärzteblatt; 2016.
6. Andreu A, Moizé V, Rodríguez L, Flores L, Vidal J. Protein Intake, Body Composition, and Protein Status Following Bariatric Surgery. Obesity Surgery. 2010;20(11):1509-15.
7. Verger EO, Aron-Wisnewsky J, Dao MC, Kayser BD, Oppert JM, Bouillot JL, et al. Micronutrient and Protein Deficiencies After Gastric Bypass and Sleeve Gastrectomy: a 1-year Follow-up. Obes Surg. 2016;26(4):785-96.
8. Faintuch J, Matsuda M, Cruz ME, Silva MM, Teivelis MP, Garrido AB, Jr., et al. Severe protein-calorie malnutrition after bariatric procedures. Obes Surg. 2004;14(2):175-81.
9. Steenackers N, Gesquiere I, Matthys C. The relevance of dietary protein after bariatric surgery: what do we know? Current opinion in clinical nutrition and metabolic care. 2018;21(1):58-63.
10. Kaidar-Person O, Person B, Szomstein S, Rosenthal RJ. Nutritional deficiencies in morbidly obese patients: a new form of malnutrition? Part A: vitamins. Obes Surg. 2008;18(7):870-6.
11. Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H, Trogdon JG, Pan L, Sherry B, et al. Obesity and severe obesity forecasts through 2030. Am J Prev Med. 2012;42(6):563-70.
12. Brolin RE, LaMarca LB, Kenler HA, Cody RP. Malabsorptive gastric bypass in patients with superobesity. J Gastrointest Surg. 2002;6(2):195-203; discussion 4-5.
13. Skroubis G, Sakellaropoulos G, Pougouras K, Mead N, Nikiforidis G, Kalfarentzos F. Comparison of nutritional deficiencies after Roux-en-Y gastric bypass and after biliopancreatic diversion with Roux-en-Y gastric bypass. Obes Surg. 2002;12(4):551-8.
14. Caron M, Hould FS, Lescelleur O, Marceau S, Lebel S, Julien F, et al. Long-term nutritional impact of sleeve gastrectomy. Surg Obes Relat Dis. 2017;13(10):1664-73.
15. Peterson LA, Cheskin LJ, Furtado M, Papas K, Schweitzer MA, Magnuson TH, et al. Malnutrition in Bariatric Surgery Candidates: Multiple Micronutrient Deficiencies Prior to Surgery. Obes Surg. 2016;26(4):833-8.

16. D'Ettorre M, Gniuli D, Iaconelli A, Massi G, Mingrone G, Bracaglia R. Wound healing process in post-bariatric patients: an experimental evaluation. *Obes Surg.* 2010;20(11):1552-8.
17. Schaubert J, Dorschner RA, Coda AB, Büchau AS, Liu PT, Kiken D, et al. Injury enhances TLR2 function and antimicrobial peptide expression through a vitamin D-dependent mechanism. *J Clin Invest.* 2007;117(3):803-11.
18. Pramyothin P, Biancuzzo RM, Lu Z, Hess DT, Apovian CM, Holick MF. Vitamin D in adipose tissue and serum 25-hydroxyvitamin D after roux-en-Y gastric bypass. *Obesity (Silver Spring).* 2011;19(11):2228-34.
19. Sherf Dagan S, Keidar A, Raziel A, Sakran N, Goitein D, Shibolet O, et al. Do Bariatric Patients Follow Dietary and Lifestyle Recommendations during the First Postoperative Year? *Obesity Surgery.* 2017;27(9):2258-71.
20. Lin E, Armstrong-Moore D, Liang Z, Sweeney JF, Torres WE, Ziegler TR, et al. Contribution of adipose tissue to plasma 25-hydroxyvitamin D concentrations during weight loss following gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring).* 2011;19(3):588-94.
21. Tondapu P, Provost D, Adams-Huet B, Sims T, Chang C, Sakhaee K. Comparison of the absorption of calcium carbonate and calcium citrate after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg.* 2009;19(9):1256-61.
22. Handzlik-Orlik G, Holecki M, Orlik B, Wyleżół M, Duława J. Nutrition management of the post-bariatric surgery patient. *Nutr Clin Pract.* 2015;30(3):383-92.
23. Vargas-Ruiz AG, Hernández-Rivera G, Herrera MF. Prevalence of iron, folate, and vitamin B12 deficiency anemia after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg.* 2008;18(3):288-93.
24. Kwon Y, Kim HJ, Lo Menzo E, Park S, Szomstein S, Rosenthal RJ. Anemia, iron and vitamin B12 deficiencies after sleeve gastrectomy compared to Roux-en-Y gastric bypass: a meta-analysis. *Surg Obes Relat Dis.* 2014;10(4):589-97.
25. Adachi S, Kawamoto T, Otsuka M, Todoroki T, Fukao K. Enteral vitamin B12 supplements reverse postgastrectomy B12 deficiency. *Ann Surg.* 2000;232(2):199-201.
26. Bolaman Z, Kadikoylu G, Yukselen V, Yavasoglu I, Barutca S, Senturk T. Oral versus intramuscular cobalamin treatment in megaloblastic anemia: a single-center, prospective, randomized, open-label study. *Clin Ther.* 2003;25(12):3124-34.
27. Shah HN, Bal BS, Finelli FC, Koch TR. Constipation in patients with thiamine deficiency after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Digestion.* 2013;88(2):119-24.
28. de Luis DA, Pacheco D, Izaola O, Terroba MC, Cuellar L, Cabezas G. Micronutrient status in morbidly obese women before bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis.* 2013;9(2):323-7.
29. Bloomberg RD, Fleishman A, Nalle JE, Herron DM, Kini S. Nutritional deficiencies following bariatric surgery: what have we learned? *Obes Surg.* 2005;15(2):145-54.
30. Slater GH, Ren CJ, Siegel N, Williams T, Barr D, Wolfe B, et al. Serum fat-soluble vitamin deficiency and abnormal calcium metabolism after malabsorptive bariatric surgery. *J Gastrointest Surg.* 2004;8(1):48-55; discussion 4-5.

31. Bosity-Westphal A, Jensen B, Braun W, Pourhassan M, Gallagher D, Müller MJ. Quantification of whole-body and segmental skeletal muscle mass using phase-sensitive 8-electrode medical bioelectrical impedance devices. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71(9):1061-7.
32. Bosity-Westphal A, Schautz B, Later W, Kehayias JJ, Gallagher D, Müller MJ. What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67 Suppl 1:S14-21.
33. Peine S, Knabe S, Carrero I, Brundert M, Wilhelm J, Ewert A, et al. Generation of normal ranges for measures of body composition in adults based on bioelectrical impedance analysis using the seca mBCA. *Int J Body Compos Res.* 2013;11(3-4):67-76.
34. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American journal of clinical nutrition.* 2000;72(3):694-701.
35. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *The American journal of clinical nutrition.* 2002;76(2):378-83.
36. Ware Jr JE, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Medical care.* 1996;220-33.
37. Morfeld M, Bullinger M;. SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand Manual. 2. überarbeitete Auflage; 2011.
38. Transferstelle für Daten- und Biomaterialienmanagement; Studie "Leben und Gesundheit in Vorpommern" (SHIP-...) Datenhandbuch - Liste der Variablen" [Available from: https://www.fvcm.med.uni-greifswald.de/Web/DD_SHIP-1.pdf (Stand: 06.06.2019)
39. Lampert T, Kroll LE. Die Messung des sozioökonomischen Status in sozialepidemiologischen Studien. *Gesundheitliche ungleichheit: Springer;* 2009. p. 309-34.
40. Lampert T, Kroll L, Müters S, Stolzenberg H. Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz.* 2013;56(5-6):631-6.
41. Lampert T, Müters S, Stolzenberg H, Kroll LE, Group KS. Messung des sozioökonomischen Status in der KiGGS-Studie. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz.* 2014;57(7):762-70.
42. Lampert T, Kroll LE, Müters S, Stolzenberg H. Messung des sozioökonomischen Status in der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“(GEDA). *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz.* 2013;56(1):131-43.
43. Winkler J, Stolzenberg H. Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. *Gesundheitswesen.* 1999;61(2):S178-S83.
44. Sherf Dagan S, Tovim TB, Keidar A, Raziel A, Shibolet O, Zelber-Sagi S. Inadequate protein intake after laparoscopic sleeve gastrectomy surgery is associated with a greater fat free mass loss. *Surg Obes Relat Dis.* 2017;13(1):101-9.
45. Schiavo L, Scalera G, Pilone V, De Sena G, Quagliariello V, Iannelli A, et al. A Comparative Study Examining the Impact of a Protein-Enriched Vs Normal Protein

Postoperative Diet on Body Composition and Resting Metabolic Rate in Obese Patients after Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg.* 2017;27(4):881-8.

46. Moizé V, Andreu A, Rodríguez L, Flores L, Ibarzabal A, Lacy A, et al. Protein intake and lean tissue mass retention following bariatric surgery. *Clin Nutr.* 2013;32(4):550-5.

47. Veldhorst M, Smeets A, Soenen S, Hochstenbach-Waelen A, Hursel R, Diepvens K, et al. Protein-induced satiety: effects and mechanisms of different proteins. *Physiol Behav.* 2008;94(2):300-7.

48. Moizé V, Andreu A, Flores L, Torres F, Ibarzabal A, Delgado S, 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):400-10.

49. Carden A, Blum K, Arbaugh CJ, Trickey A, Eisenberg D. Low socioeconomic status is associated with lower weight-loss outcomes 10-years after Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc.* 2019;33(2):454-9.

50. Coleman KJ, Huang YC, Koebnick C, Reynolds K, Xiang AH, Black MH, et al. Metabolic syndrome is less likely to resolve in Hispanics and non-Hispanic blacks after bariatric surgery. *Ann Surg.* 2014;259(2):279-85.

51. Gullick AA, Graham LA, Richman J, Kakade M, Stahl R, Grams J. Association of race and socioeconomic status with outcomes following laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg.* 2015;25(4):705-11.

52. Andersen JR, Aadland E, Nilsen RM, Våge V. Predictors of weight loss are different in men and women after sleeve gastrectomy. *Obes Surg.* 2014;24(4):594-8.

53. Martin DJ, Lee CM, Rigas G, Tam CS. Predictors of weight loss 2 years after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Asian J Endosc Surg.* 2015;8(3):328-32.

54. Rodrigues GK, Resende CM, Durso DF, Rodrigues LA, Silva JL, Reis RC, et al. A single FTO gene variant rs9939609 is associated with body weight evolution in a multiethnic extremely obese population that underwent bariatric surgery. *Nutrition.* 2015;31(11-12):1344-50.

55. Pinto SL, Juvanhol LL, Bressan J. Increase in Protein Intake After 3 Months of RYGB Is an Independent Predictor for the Remission of Obesity in the First Year of Surgery. *Obes Surg.* 2019;29(12):3780-5.

56. Kanerva N, Larsson I, Peltonen M, Lindroos AK, Carlsson LM. Changes in total energy intake and macronutrient composition after bariatric surgery predict long-term weight outcome: findings from the Swedish Obese Subjects (SOS) study. *Am J Clin Nutr.* 2017;106(1):136-45.

57. Ben-Porat T, Elazary R, Goldenshluger A, Sherf Dagan S, Mintz Y, Weiss R. Nutritional deficiencies four years after laparoscopic sleeve gastrectomy-are supplements required for a lifetime? *Surg Obes Relat Dis.* 2017;13(7):1138-44.

58. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(3 Suppl):436s-48s.

8. Danksagung

An erster Stelle möchte ich meiner Betreuerin Frau Prof. Dr. Valentini herzlich danken, die mich richtungsweisend, konstruktiv und mit hilfreichen Anregungen während meiner Arbeit begleitet hat. Ebenso möchte ich meiner Dozentin Sara Ramminger danken für die Unterstützung bei der Auswertung mit SPSS.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bei Frau Dr. Antje Steveling und Frau Dr. Simone Gärtner bedanken, die es mir ermöglicht haben, die Studie in der Ernährungsmedizin an der Uniklinik in Greifswald durchzuführen. In diesem Zusammenhang gilt mein Dank auch an alle anderen Mitglieder des Ernährungsteams, die mir jederzeit Hilfestellung bei der Durchführung gaben und mich bei Fragen unterstützten. Darüber hinaus möchte ich auch allen Teilnehmer*innen der Studie danken, ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können.

Ein besonderer Dank gilt auch meiner ehemaligen Kommilitonin und WG-Mitbewohnerin, Laura Jausz, die mir den Studienalltag erleichtert hat.

Abschließend möchte ich mich bei meinem Freund und meiner Familie bedanken, die mich während der gesamten Studienzeit motiviert und unterstützt haben.

9. Anhänge

9.1. Übersicht zur prophylaktischen Supplementierung gemäß der S3-Leitlinie [4]:

	SG	pRYGB	BPD-DS
Protein (gesamt pro Tag)	>60g/d	>60g/d	>90 g/d
Folsäure	MVM-Präparat 2x/d	600 µg/d	
Vitamin B1	MVM-Präparat 2x/d, keine Dosis-Empfehlung		
Vitamin B12	oral: 1000 µg/d i.m.: 1000-3000 µg/d alle 3 bis 6 Monate		
Vitamin A	MVM-Präparat 2x/d	MVM-Präparat 2x/d	1-2x25000 IU/d
Vitamin D	Mind. 3000 IU/d, Serumkonzentration >30ng/ml		
Vitamin E, K	MVM-Präparat 2x /d, keine Dosisempfehlung		
Kalzium als Ziträt	1200-1500 mg/d		
Eisen als Sulfat, Fumarat, Glukonat	MVM-Präparat 2x/d	50 mg/d	2x 100 mg/d
Magnesium als Ziträt	200 mg/d		
Zink als Glukonat, Sulfat, Azetat	MVM-Präparat 2x/d	MVM-Präparat 2x/d	8-15 mg/d
Kupfer als Glukonat, Oxid, Sulfat	Keine Empfehlung	MVM-Präparat 2x/d mit 2 mg/d Kupfer	
Selen als Natriumselenit			

MVM-Präparat = Multivitamin-Mineralstoff-Präparat: Bei der Auswahl des Präparates auf eine reichhaltige Anzahl der Mikronährstoffe und auf eine Konzentration innerhalb 100% RDA achten.

LAGB = Magenband; SG = Schlauchmagen; pRYGB = proximaler Roux-en-Y Magenbypass; BPD-DS = Biliopankreatische Diversion mit Duodenal Switch

9.2. SF-12 Fragebogen



Universitätsmedizin Greifswald
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin A
Abteilung für Gastroenterologie, Endokrinologie, Nephrologie, Rheumatologie
und Ernährungsmedizin

Fragebogen zur Lebensqualität SF-12

Patienten-ID

In diesen Fragen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Die Fragen ermöglichen es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Die ersten Fragen betreffen Ihre derzeitige Gesundheit und Ihre täglichen Aktivitäten. Bitte versuchen Sie jede der Fragen so genau wie möglich zu beantworten. Ich werde Ihnen jede Frage und die dazugehörigen Antwortmöglichkeiten vorlesen. Bitte nennen Sie mir dann die auf Sie zutreffende Antwort.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- ☐ Ausgezeichnet
- ☐ Sehr gut
- ☐ Gut
- ☐ Weniger Gut
- ☐ Schlecht
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

2. Angabe durch Befrager: Der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten ist:

- ☐ Ausgezeichnet
- ☐ Sehr gut
- ☐ Weniger gut
- ☐ Schlecht

Bemerkungen:

3. Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei den folgenden Tätigkeiten stark eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?

a) ...mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen.

- ☐ Ja, stark eingeschränkt
- ☐ Ja, etwas eingeschränkt
- ☐ Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

b) ...mehrere Treppenabsätze steigen.

- ☐ Ja, stark eingeschränkt
- ☐ Ja, etwas eingeschränkt
- ☐ Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

4. Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihrer körperlichen Gesundheit und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause.

a) In den vergangenen 4 Wochen, haben Sie weniger geschafft als Sie wollten wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

b) In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie nur bestimmte Dinge tun wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

5. Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihren seelischen Problemen und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause.

a) In den vergangenen 4 Wochen, haben Sie weniger geschafft als Sie wollten wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

b) In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

6. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert.

- ☐ Überhaupt nicht
- ☐ Ein bisschen
- ☐ Mäßig
- ☐ Ziemlich
- ☐ Sehr
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

7. In den nächsten Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. Bitte geben Sie mir zu jeder Frage die Antwort, die Ihrem Befinden am besten entspricht.

a) Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen ruhig und gelassen?

- ☐ Immer
- ☐ Meistens
- ☐ Ziemlich oft
- ☐ Manchmal
- ☐ Selten
- ☐ Nie
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

b) Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen voller Energie?

- ☐ Immer
- ☐ Meistens
- ☐ Ziemlich oft
- ☐ Manchmal
- ☐ Selten
- ☐ Nie
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

c) Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen entmutigt und traurig?

- ☐ Immer Meistens
- ☐ Ziemlich oft
- ☐ Manchmal
- ☐ Selten
- ☐ Nie
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

8. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (z.B. Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

- ☐ Immer
- ☐ Meistens
- ☐ Manchmal
- ☐ Selten
- ☐ Nie
- ☐ Weiß nicht
- ☐ Antwortverweigerung

Bemerkungen zur Durchführung der Befragung:

9.3. SHIP01 – Fragebogen



Universitätsmedizin Greifswald
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin A
Abteilung für Gastroenterologie, Endokrinologie, Nephrologie, Rheumatologie
und Ernährungsmedizin

Fragebogen zur Sozioökonomie und Beruf SHIP-1

Patienten-ID

Frage 1) Welchen Familienstand haben Sie?

- ledig ☐
- verheiratet ☐
- geschieden/getrennt lebend ☐
- verwitwet ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwort verweigert ☐

Frage 2) Leben Sie derzeit in einer festen Partnerschaft?

- Ja ☐
- Nein ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwort verweigert ☐

Frage 3) Haben Sie Kinder?

- Ja ☐
Wie viele: _____
- Nein ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwort verweigert ☐

Frage 4) Wie viele Jahre sind Sie zur Schule gegangen? (Berufsschule, Fach- bzw Fachhochschule und Hochschule NICHT mitgerechnet!)

- _____Jahre
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 5) Welchen höchsten Schulabschluss haben Sie erreicht?

- Keinen, und ich gehe auch nicht mehr zur Schule ☐
- Volks-/Hauptschule/POS 8./9. Klasse ☐
- Realschule / POS ☐
- Fachhochschulreife ☐
- Abitur / EOS, Hochschulreife ☐
- einen anderen Schulabschluss ☐
- keinen der genannten Abschlüsse, ich gehe noch zur Schule ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 6) Welchen anderen Schulabschluss haben Sie?

- _____ ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 7) Welche berufliche Ausbildung haben Sie absolviert?

- Noch in beruflicher Ausbildung, Schüler oder Student
Nein ☐
Ja ☐
- keinen Abschluss / Teilfacharbeiter
Nein ☐
Ja ☐
- Facharbeiter / Lehre mit Abschluss
Nein ☐
Ja ☐
- Meister/Techniker
Nein ☐
Ja ☐
- Berufsfachschule / Handelsschule
Nein ☐
Ja ☐
- Fachschule, Fachhochschule
Nein ☐
Ja ☐
- Weiß nicht
Nein ☐
Ja ☐
- Antwort verweigert
Nein ☐
Ja ☐

Frage 8) Sind Sie derzeit erwerbstätig?

- Ja ☐
- Nein ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 9) Welche Art der Erwerbstätigkeit trifft auf sie zu

- Vollzeiterwerbstätigkeit ☐
- Teilzeiterwerbstätig (15 bis 34 Std.) ☐
- Teilzeit-/stundenweise (<15 Std.) ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 10) Sagen Sie mir bitte, zu welcher Gruppe auf der Liste Sie gehören?

- in Ausbildung / Studium / Umschulung ☐
- arbeitslos ☐
- Hausfrau / Hausmann ☐
- Wehr-/Zivildienstleistender / im frei.w.soz. Jahr ☐
- in Mutterschutz / Erziehungsurlaub ☐
- in Vorruhestand / Rente / Pension ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 11) Seit wann sind sie Arbeitslos

- weniger als 1/2 Jahr ☐
- mehr als ein 1/2 Jahr/<2 Jahre ☐
- mehr als 2 Jahre ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 12) In welcher beruflichen Stellung arbeiten Sie? Sollten Sie derzeit nicht berufstätig sein, so beantworten Sie die Frage bitte auf Basis der zuletzt von Ihnen ausgeübten Tätigkeit

- selbständiger Landwirt ☐
- Akademiker / Akademikerin in freiem Beruf ☐
- anderweitig selbständig bis zu 9 Mitarb. ☐
- anderweitig selbständig > als 9 Mitarb. ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (einfacher Dienst) ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (mittlerer Dienst) ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (gehobener Dienst) ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (höherer Dienst) ☐
- Angestellte mit einfacher Tätigkeit ☐
- Angestellte mit qualifizierter Tätigkeit ☐
- Angestellte mit selbst. Aufgabenerledigung/
verantwortl. Position ☐
- Angestellte mit umfassenden
Führungsaufgaben /Entscheidungsbefugnissen ☐
- Arbeiter (ungelehrt) ☐
- Arbeiter (angelehrt) ☐
- Arbeiter (Facharbeiter) ☐
- Arbeiter (Meister, Polier, Brigadier) ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 13) In welcher beruflichen Stellung arbeiten Ihr Partner/Ihre Partnerin? Sol er/sie derzeit nicht berufstätig sein, so beantworten Sie die Frage bitte auf Basis zuletzt von Ihnen ausgeübten Tätigkeit!

- selbständiger Landwirt ☐
- Akademiker / Akademikerin in freiem Beruf ☐
- anderweitig selbständig bis zu 9 Mitarb. ☐
- anderweitig selbständig > als 9 Mitarb. ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (einfacher Dienst) ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (mittlerer Dienst) ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (gehobener Dienst) ☐
- Beamter, Richter, Berufssoldat (höherer Dienst) ☐
- Angestellte mit einfacher Tätigkeit ☐
- Angestellte mit qualifizierter Tätigkeit ☐
- Angestellte mit selbst. Aufgabenerledigung/
verantwortl. Position ☐
- Angestellte mit umfassenden Führungsaufgaben
/Entscheidungsbefugnissen ☐
- Arbeiter (ungelernt) ☐
- Arbeiter (angelernt) ☐
- Arbeiter (Facharbeiter) ☐
- Arbeiter (Meister, Polier, Brigadier) ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 14) Leben, außer Ihnen, noch andere Personen in Ihrem Haushalt?

- Ja ☐
- Nein ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwort verweigert ☐

Frage 15) Wie viele Personen leben, außer Ihnen, noch in Ihrem Haushalt?

- Anzahl _____ ☐
- Trifft nicht zu ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 16) Zu Welcher Altersklasse gehören die Personen, die in ihrem Haushalt leben?

- 0-3 Jahre ☐
 - Trifft nicht zu ☐
 - Weiß nicht ☐
 - Antwortverweigerung ☐

- 4-7 Jahre ☐
 - Trifft nicht zu ☐
 - Weiß nicht ☐
 - Antwortverweigerung ☐

- 8-14 Jahre ☐
 - Trifft nicht zu ☐
 - Weiß nicht ☐
 - Antwortverweigerung ☐

- 15-18 Jahre ☐
 - Trifft nicht zu ☐
 - Weiß nicht ☐
 - Antwortverweigerung ☐

- Älter als 18 Jahre ☐
 - Trifft nicht zu ☐
 - Weiß nicht ☐
 - Antwortverweigerung ☐

Frage 17) Woher beziehen Sie das Einkommen dass ihrem Haushalt zur Verfügung steht?

- Eigene Erwerbstätigkeit
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Einkommen des Partners/der Partnerin oder einer anderen Person
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Rente/Pension aus früherer Erwerbstätigkeit
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Rente/Pension des Partners/der Partnerin oder einer anderen Person
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Vermögenswerte oder Mieteinnahmen aus Hausbesitz
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Arbeitslosengeld/-hilfe
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Erziehungsgeld / Kindergeld
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Sozialhilfe
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Krankengeld / Übergangsgeld
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Ausbildungsbeihilfe
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- sonstige Quellen
 - Ja ☐
 - Nein ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐
- Welche sonstigen Quellen? _____

Frage 18) Bitte rechnen Sie einmal zusammen, wie viel Geld Ihrem Haushalt im Monat zur Verfügung steht. Berücksichtigen Sie bitte alle Einnahmen, auch die von Partner/Innen und/oder Kindern! Nach Abzug von Steuern und Sozialabgaben bleiben Ihnen dann:

- Unter 500 EURO ☐
- 500 bis unter 900 EURO ☐
- 900 bis unter 1.300 EURO ☐
- 1.300 bis unter 1.800 EURO ☐
- 1.800 bis unter 2.300 EURO ☐
- 2.300 bis unter 2.800 EURO ☐
- 2.800 bis unter 3.300 EURO ☐
- 3.300 bis unter 3.800 EURO ☐
- 3.800 EURO und mehr ☐
- Weiß nicht ☐
- Antwortverweigerung ☐

Frage 19) Wie bewerten Sie insgesamt Ihre finanzielle Lage im Vergleich zu anderen Personen Ihrer Altersgruppe? Entscheiden Sie sich bitte auf der folgenden Leiste für eine Zahl von 1-5 (SKALA 1)

- sehr gut (1) - sehr schlecht (5) _____
- Weiß nicht
- Antwortverweigerung

9.4. Berechnungsgrundlage für den sozioökonomischen Status [39, 43]

Schulische und berufliche Qualifikation	Berufliche Stellung	Netto – Haushalts-einkommen	Punkte
Kein schulischer <i>und</i> kein beruflicher Abschluss o. Schüler / Student / in berufl. Ausbildung o. Hauptschule / Volksschule / POS 8./9. Klasse ohne berufl. Ausbildung/ Teilfacharbeiter	Arbeitslos Arbeiter (ungelernt) Schüler/Student/ in beruflicher Ausbildung/ Umschulung	unter 500 € 500€ bis unter 900€ 900€ bis unter 1300€	1
Hauptschule / Volksschule / POS 8./9. Klasse mit beruflicher Ausbildung (Facharbeiter / Lehre m. Abschluss / Meister / Techniker)	Selbstständiger Landwirt/ Arbeiter (angelernt)/ Facharbeiter	1300€ bis unter 1800€	2
Mittlere Reife (Realschule/POS) ohne berufliche Ausbildung / Teilfacharbeiter	Beamter/Richter/ Berufssoldat (einfacher Dienst) Angestellter m. einfacher Tätigkeit Arbeiter (Meister/Polier/Brigadier)	1800€ bis unter 2300€	3
Mittlere Reife (Realschule/POS) mit beruflicher Ausbildung (Facharbeiter / Lehre m. Abschluss / Meister / Techniker / Handelsschule / Berufsfachschule)	Beamter/Richter/ Berufssoldat (mittlerer Dienst) Angestellter m. qualifizierter Tätigkeit	2300€ bis unter 2800€	4
Fachhochschulreife/Abitur (EOS/Hochschulreife) ohne berufliche Ausbildung/Teilfacharbeiter o. noch in berufl. Ausbildung / Schüler / Student	Selbstständig bis zu 9 Mitarbeiter	2800€ bis unter 3300€	5
Fachhochschulreife/Abitur (EOS/Hochschulreife) mit beruflicher Ausbildung (Facharbeiter/ Lehre mit Abschluss/ Meister/ Techniker/ Berufsfachschule/ Handelsschule)	Beamter/Richter/ Berufssoldat (gehobener Dienst) Angestellte m. selbstständiger Aufgabenerledigung/verantwortl. Position Akademiker in freiem Beruf	3300€ bis unter 3800€	6
Fachhochschulabschluss/ Ingenieurschule o. Hochschulabschluss/ Universität	Beamter/Richter/ Berufssoldat (höherer Dienst) Angestellte m. umfassenden Führungsaufgaben/ Entscheidungsbefugnissen Selbstständig > 9 Mitarbeiter	3800€ und mehr	7

SES: + + = (Gesamt Score)
 (Bildung) (Beruf) (Einkommen)

9.5. 7 – Tage Ernährungsprotokoll



Ernährungsprotokoll

Patienten-ID

9.6. Index zur Einhaltung der postoperativen Ernährungsempfehlungen

Teil 1: P_SCORE

Teil 2: MV_SCORE

Teil 3: EE_SCORE (Summe aus P_SCORE und MV_SCORE)

TEIL 1: P SCORE

AUSWERTUNG – Proteinaufnahme

Berechnungsgrundlage für den P_Score zur Zufuhrempfehlung gemäß der S3-Leitlinie [4]:

	SOLL	IST	Punkte	
Proteinaufnahme gesamt in g/d	60			8,5
Proteinaufnahme in g/kg NG/d	1,5			8,5
GESAMT				17

Auswertung P-SCORE:

0 Punkte: Proteinaufnahme < 60g/d

8,5 Punkte: Proteinaufnahme ≥ 60g/d

17 Punkte: Proteinaufnahme ≥ 60g/d UND 1,5g/kg NG

TEIL 2: MV SCORE

AUSWERTUNG – Vitamin- und Mineralstoffsupplementierung

Berechnungsgrundlage für den MV-Score zur prophylaktischen Supplementierung gemäß der S3-Leitlinie [4]

Vitamine/ Mineral- stoffe	Verbind.	Empfehlungen der S3- LL (ggf. Dosis zur Zufuhr)		Aktuelle Zufuhr	Punkte	
		SG	pRYGB			
Folsäure		MVM- Präparat (2x / d)	600µg / d			1
Vitamin B1		MVM-Präparat 2x / d) (keine Dosisempfehlung)				1
Vitamin B12		Oral: 1000 µg / d i.m.: 1000-3000 µg/d alle 3 bis 6 Monate				1
Vitamin A		MVM-Präparat 2x/d oder 5000-10000IU/d				1
Vitamin D		mind. 3000IU/d und Serumkonzentration >30ng/ml				2

Vitamin E		MVM-Präparat 2x/d (Keine Dosisempfehlung)				1
Vitamin K		MVM-Präparat 2x/d (Keine Dosisempfehlung)				1
Ca	Citrat	1000-2000mg / d				1,5
Eisen	Sulfat, Fumarat, Glukonat	MVM- Präparat 2x/d	50mg/d			1,5
		45-60mg/d Bei menstruierenden Frauen: 50-100mg/d Bei Anämie: 100- 200mg/d				
Mg	Citrat	200mg/d	200- 300mg/d			1,5
Zink	Glukonat, Sulfat, Azetat	MVM-Präparat 2x/d				1,5
Kupfer	RYGB: Glukonat, Oxid, Sulfat SG: k.E.	k.E.	MVM- Präparat 2x/d Oder 2mg/d			1,5
Selen	RYGB: Natrium- selenit SG: k.E.	k.E.	MVM- Präparat 2x/d			1,5
GESAMT						17

Auswertung MV-SCORE:

0 – 6,5 Punkte: schlechte Versorgung

7 – 12,5 Punkte: mittlere Versorgung

13 – 17 Punkte: gute Versorgung

TEIL 3: EE_SCORE (=Index zur Einhaltung der Ernährungsempfehlungen)

MV_SCORE	P_SCORE	EE_SCORE

Auswertung EE-SCORE:

Summe aus MV-Score und P-Score = EE-Score

Höchster Score: 23 – 34 Punkte

Mittlerer Score: 12 – 22,5 Punkte

Niedrigster Score: 0 – 11,5 Punkte

9.7. Labor_Score

Auswertung der Laborparameter nach dem Nährstoff-Monitoring der S3-Leitlinie [4]:

	Referenzbereich	Aktueller Wert	Punkte
Ferritin	Frauen: 8 – 252 µg/l Männer: 26 – 388 µg/l		
Vitamin B12	182 – 625 pg/ml		
Folsäure	3 – 17 ng/ml		
Vitamin B1	28 – 85 µg/l		
Vitamin D-25-OH	>30 µg/l		
Calcium	1,80 – 3,00 mmol/l		
Vitamin E	5 – 20 mg/l		
Parathormon*	15 – 65 pg/m		
Vitamin A	0,3 – 0,65 mg/l		
Zink	Frauen: 10,7 – 17,5 µmol/l Männer: 11,1 – 19,5 µmol/l		
Albumin	34 - 50 g/l		
Gesamt			<u> </u> / 11

Bewertung – Punkteverteilung:

1 Punkt = Wert liegt im Referenzbereich

0 Punkte = Wert liegt außerhalb des Referenzbereiches

*Ausnahme: PTH - bei Erhöhung = 0 Pkt.

9.8. Zusätzliche Ergebnisse

Unterschiede der Körperzusammensetzung mit RYGB-Patienten*innen und SG-Patienten*innen:

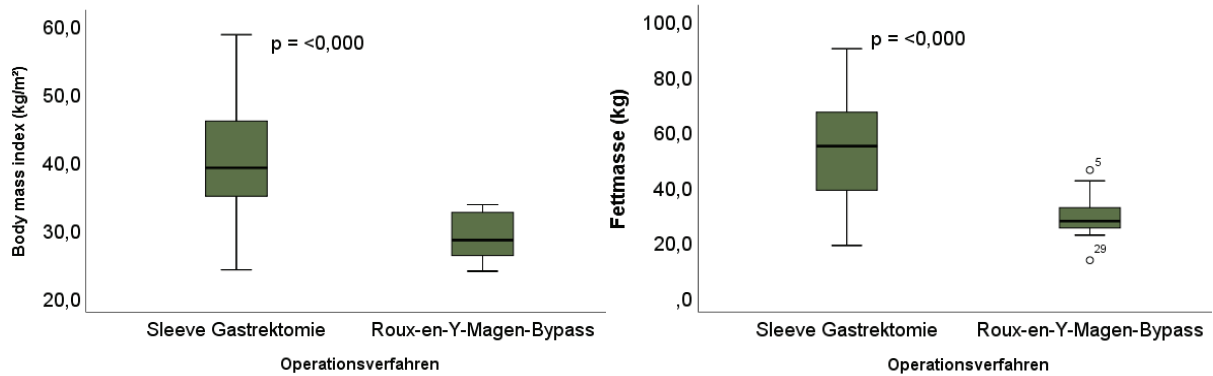


Abbildung 20: Vergleich des BMI zwischen den beiden Operationsverfahren

Abbildung 21: Vergleich der Fettmasse zwischen den beiden Operationsverfahren

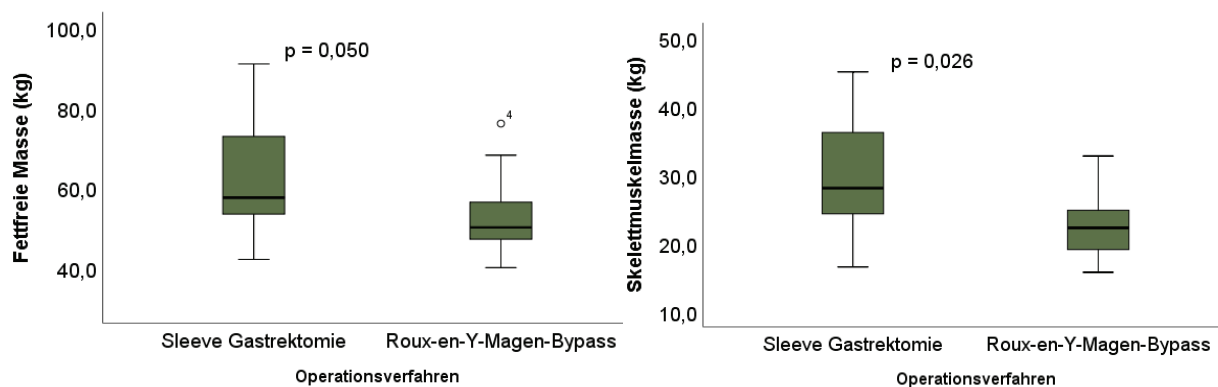


Abbildung 22: Vergleich der Fettfreien Masse zwischen den beiden Operationsverfahren

Abbildung 23: Vergleich der Skelettmuskelmasse zwischen den beiden Operationsverfahren

Tabelle 23: Einfluss der Proteinaufnahme auf Anthropometrie und Körperzusammensetzung

Anthropometrie und Körperzusammensetzung	Niedriger P_Score (n=16) MW ± SD (Min – Max)	Hoher P_Score (n=19) MW ± SD (Min – Max)	p
Körpergewicht (kg)	99,9 ± 25,3 (64,9 – 159)	113 ± 32,4 (60,3 – 179)	0,205 ¹
Größe (cm)	168 ± 10,6 (150 – 183)	171 ± 7,74 (159 – 185)	0,384 ¹
BMI (kg/m ²)	35,1 ± 6,69 (25,2 – 47,5)	38,5 – 10,7 (23,8 – 58,6)	0,272 ¹
Taillenumfang (cm)	110 ± 19,7 (76,5 – 146)	113 ± 20,9 (76,3 – 149)	0,629 ¹
Hüftumfang (cm)	119 ± 17,2 (94,6 – 151)	126 ± 24,5 (85,1 – 179)	0,330 ¹
Waist to Hip Ratio	0,92 ± 0,08 (0,81 – 1,10)	0,9 ± 0,1 (0,75 – 1,12)	0,546 ¹
Fettmasse (kg)	43,0 ± 16,4 (22,3 – 69,0)	49,7 ± 22,2 (13,2 – 89,7)	0,328 ¹
Fettmasse (%)	42,4 ± 9,44 (25,7 – 55,8)	42,2 ± 9,90 (21,9 – 59,7)	0,956 ¹
Fettmasseindex (kg/m ²)	15,2 ± 5,46 (8,2 – 24,2)	17,1 ± 7,95 (5,2 – 35,0)	0,439 ¹
Fettfreie Masse (kg)	56,8 ± 14,7 (40,0 – 90,9)	63,1 ± 13,5 (47,1 – 90,9)	0,117 ²
Fettfreie Masse (%)	57,6 ± 9,44 (44,2 – 74,3)	57,8 ± 9,90 (40,3 – 78,1)	0,956 ¹
Fettfreie Masse Index (kg/m ²)	19,8 ± 3,36 (16,6 – 27,1)	21,4 ± 3,64 (16,0 – 28,9)	0,109 ²
Skelettmuskelmasse (kg)	25,8 ± 7,88 (15,8 – 44,0)	29,8 ± 8,0 (18,2 – 45,1)	0,147 ¹
Gesamtkörperwasser (l)	43,0 ± 10,8 (30,5 – 68,6)	47,7 ± 10,0 (35,6 – 68,9)	0,109 ²
Gesamtkörperwasser (%)	43,3 ± 6,69 (33,6 – 54,9)	43,4 ± 7,12 (31,1 – 58,6)	0,985 ¹

Extrazelluläres Wasser (l)	20,2 ± 4,60 (15,5 – 32,4)	22,1 ± 4,07 (17,2 – 31,5)	0,076 ²
Extrazelluläres Wasser (%)	20,4 ± 3,09 (15,7 – 25,4)	20,2 ± 3,51 (14,8 – 29,2)	0,860 ¹
Gesamtkörperwasser und Extrazelluläres Wasser (%)	47,2 ± 2,07 (43,3 – 51,4)	46,5 ± 2,14 (43,1 – 49,8)	0,402 ¹
Resistanz (Ohm)	485 ± 71,6 (353 – 593)	447 ± 68,3 (321 – 579)	0,066 ²
Reaktanz (Ohm)	41,6 ± 8,68 (20,3 – 51,8)	39,3 ± 7,48 (28,3 – 52,1)	0,409 ¹
Phasenwinkel (°)	4,84 ± 0,78 (3,30 – 6,20)	5,03 ± 0,66 (4,20 – 6,10)	0,446 ¹
Viszerales Fett (l)	3,75 ± 3,25 (0,10 – 11,2)	4,59 ± 4,02 (0,00 – 13,7)	0,635 ²

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben;

²nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen niedrigen und hohen P_Score

Tabelle 24: Einfluss des Operationsverfahrens auf die Einhaltung der Ernährungsempfehlungen

	SG (n=25) MW ± SD (Min – Max)	RYGB (n=10) MW ± SD (Min – Max)	p
PA Gesamt (in g/d)	75,8 ± 31,9 (23,7 – 164)	66,2 ± 33,6 (34,8 – 138)	0,439 ²
PA in g/kg NG/d	1,05 ± 0,42 (0,3 – 2,0)	0,94 ± 0,52 (0,4 – 2,2)	0,270 ²
PA in g/kg KG/d	0,67 ± 0,29 (0,22 – 1,32)	0,85 ± 0,57 (0,42 – 2,29)	0,733 ²
P_SCORE	6,80 ± 6,01 (0,0 – 17,0)	3,40 ± 5,94 (0,0 – 17,0)	0,141 ²
MV_SCORE	5,47 ± 3,95 (1,0 – 14,5)	9,7 ± 4,18 (2,0 – 14,0)	0,007²
EE_SCORE	12,4 ± 6,77 (1,0 – 22,0)	12,4 ± 8,07 (3,0 – 29,5)	1,000 ¹

¹normalverteilt, daher t-Test bei unabhängigen Stichproben

²nicht normalverteilt, daher Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben;

p = Signifikanzniveau (< 0,05) zwischen Patienten*innen mit RYGB und Patienten*innen mit SG

RYGB = Roux-en-Y-Magenbypass; SG = Sleeve Gastrektomie

PA = Proteinaufnahme; NG = Normalgewicht; KG = Körpergewicht

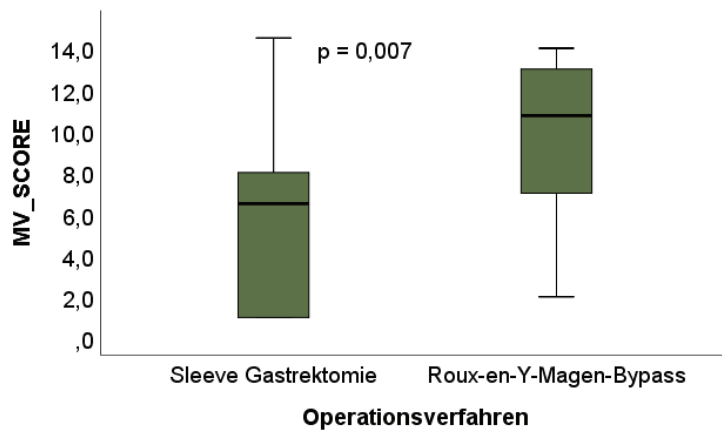


Abbildung 24: Boxplotdarstellung – Unterschiede zwischen den Operationsverfahren und der Einhaltung der Supplementation

10. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Franziska Wilke, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Bachelorarbeit mit dem Thema: „Evaluation der Proteinaufnahme sowie Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen in Übereinstimmung mit der S3-Leitlinie nach bariatrischer Operation. Welchen Einfluss haben der Sozioökonomische Status, das Alter und Geschlecht im Hinblick auf die Adhärenz?“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum, Unterschrift