

# Entwicklung eines computergestützten Assessment-Tools zur Erfassung des Ernährungszustandes von Senioren

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

Fakultät Naturwissenschaften  
Universität Hohenheim

Institut für Biologische Chemie und  
Ernährungswissenschaft  
(140a)

vorgelegt von:  
Cornelia Stefanie Ott-Renzer

aus München  
2010

Die vorliegende Arbeit wurde am 09.02.2011 von der Fakultät Naturwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften“ angenommen.

Dekan:	Prof. Dr. rer. nat. Heinz Breer
1. Berichtende Person:	Prof. Dr. med. Hans Konrad Biesalski
2. Berichtende Person:	Prof. Dr. med. Christine A.F. von Arnim
3. Prüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Lutz Graeve
Eingereicht am:	20.10.2010
Mündliche Prüfung am:	15.03.2011

## Danksagung

---

Die vorliegende Studie wurde kooperativ-multizentrisch an der Universität Hohenheim, dem Uniklinikum Ulm/Klinik für Neurologie (Gedächtnissprechstunde) sowie der Klinik für Innere Medizin I und dem Seniorenheim „St. Anna Stift“/Ulm durchgeführt. Ich möchte allen, die mir bei der Verwirklichung und Durchführung dieser Arbeit behilflich waren danken, insbesondere:

- Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med. Biesalski für die Überlassung des Themas und die tatkräftige Unterstützung während der ganzen Zeit. Herzlichen Dank auch für die Besuche in Ulm und die Online-Betreuung.
- Frau Dr. rer. nat. Christine Lambert für ihre engagierte und motivierende Betreuung, die schnell umsetzbaren Ratschläge und fachlichen Diskussionen auch während Ihrer Babypause, sowie das abschließende Lektorat.
- Den Herren Prof. Dr. med. Ludolph und Prof. Dr. med. Böhm für die Möglichkeit, den ersten Studienabschnitt in der Klinik für Neurologie (Gedächtnisambulanz) bzw. den Zweiten in der Klinik für Innere Medizin I, durchführen zu können.
- Frau Prof. Dr. med. von Arnim für die fachliche Betreuung der Untersuchung in Ulm, die Schaffung infrastruktureller Möglichkeiten und Kontakte, sowie der Übernahme der Gutachtertätigkeit. Darüber hinaus dem Team der neurologischen Ambulanz(en) der Uniklinik Ulm.
- Frau Nathalie Nöth für die Durchführung der Blutentnahmen im St. Anna-Stift.
- Herzlichen Dank auch Herrn Theran und Herrn Schwarz vom Sozialen Dienst bzw. der Pflegeleitung des St. Anna Stifts, Ulm für die freundliche Aufnahme in das hauseigene Team, die konstruktive Unterstützung und organisatorische(n) Hilfestellung(en).
- Herrn W. Stütz für die Einarbeitung in SPSS®, Frau S. Gualazzini für die Klärung statistischer Fragen und die Hilfe bei der Einspeisung der umfangreichen Daten in SPSS/Access, sowie Herrn C. Widmer für seine wertvolle Arbeit bei den statistischen Endanalysen des Projekts.
- Den Mitarbeitern des Instituts 140 der Universität Hohenheim für die mehrfache Nutzung des HPLC-Labors, der Räume und Lagermöglichkeiten.
- Frau J. Tinz, Herrn S. Renger und Frau E. Baier für die kollegiale Unterstützung während der Studienzeit, die vielen fachlichen Gespräche und/oder privaten Kaffeepausen.
- Meiner Familie für die Unterstützung meines Vorhabens, meinem Mann Alexander für das Beheben der „kleinen“ und „großen“ Computer-“Katastrophen“.

Allen Teilnehmern dieser Studie, die sich für die Befragung(en) und Untersuchung(en) zur Verfügung gestellt haben, möchte ich noch einmal speziell meinen besonderen Dank aussprechen.

Für die finanzielle Unterstützung danke ich abschließend der *Day-Med-Concept GmbH/Berlin*<sup>[29]</sup>, im Besonderen Frau Dr. med. Ute Gola.

<b>I</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>-1-</b>
<b>II</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>-3-</b>
<b>III</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>-5-</b>
<b>IV</b>	<b>Methodische und Stilistische Hinweise.....</b>	<b>-10-</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>-11-</b>
<b>2</b>	<b>Hintergrund und Ziele.....</b>	<b>-18-</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>-20-</b>
<b>3.1</b>	<b>Das Projekt „geroMAT“.....</b>	<b>-20-</b>
<b>3.2</b>	<b>Studiendesign und Einbettung der Teilprojekte in die Gesamtstudie.....</b>	<b>-22-</b>
<b>3.3</b>	<b>Rechtliche Aspekte und Studieneinschluss.....</b>	<b>-24-</b>
<b>3.4</b>	<b>Charakterisierung der Studienpopulation .....</b>	<b>-26-</b>
<b>3.5</b>	<b>Untersuchungsinstrumente und Methodik.....</b>	<b>-28-</b>
3.5.1	MNA®-Mini Nutritional Assessment.....	-28-
3.5.2	Anthropometrische Messungen.....	-30-
3.5.3	Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA).....	-33-
3.5.4	Biochemische Analysen und Biomarker.....	-38-
3.5.4.1	Blutentnahme und Aufarbeitung der Proben.....	-38-
3.5.4.2	Routine- und Speziallabor.....	-39-
3.5.4.3	Vitaminanalytik (HPLC).....	-41-
3.5.4.4	Gewinnung und Aufbereitung bukkaler Mukosazellen.....	-47-
3.5.4.5	DNA- und Mikronährstoffbestimmung in Bukkalmukosa.....	-49-
3.5.5	Ernährungsmusteranalyse mittels Hohenheimer Fragebogen (HKF/M.G8).....	-50-
3.5.6	Nahrungsaufnahme und Essbiografie.....	-53-
3.5.7	Nicht-nutritive Faktoren.....	-54-
3.5.8	Softwaremaske: geroMAT, Version Alpha-01.....	-54-
3.5.9	Mathematische und statistische Auswertung.....	-55-
3.5.9.1	Qualitätssicherung.....	-55-
3.5.9.2	Programme und Verfahren.....	-56-
3.5.9.3	Ergebnisdarstellung.....	-62-
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussionen.....</b>	<b>-63-</b>
<b>4.1</b>	<b>Teilprojekt I - „Erfassung des Ernährungszustandes mit dem MNA®“.....</b>	<b>-63-</b>
4.1.1	Scoreverteilung der Gesamtstudienstichprobe.....	-63-
4.1.2	Formulierung des dichotomen Kriteriums “RiskMal”.....	-68-
4.1.3	MNA®-Short Form versus MNA®-Total Assessment.....	-71-

4.1.4	Anteil der MNA <sup>®</sup> -Einzelassessments am Gesamtscore.....	-73-
4.1.5	Diskussion und Zusammenfassung.....	- 75-
<b>4.2</b>	<b>Teilprojekt II - „Anthropometrie, Biochemie und Körperzusammensetzung“.....</b>	<b>-84-</b>
4.2.1	Anthropometrie und Körperzusammensetzung (BIA).....	-84-
4.2.2	Routine- und Speziallabor.....	-92-
4.2.3	Vitaminanalytik (HPLC).....	-100-
4.2.4	Bukkale Mukosazellen.....	-103-
4.2.5	Diskussion und Zusammenfassung.....	-106-
<b>4.3</b>	<b>Teilprojekt III - „Ernährungsmusteranalyse“.....</b>	<b>-116-</b>
4.3.1	Ernährungsanalyse mit dem Hohenheimer Kurzfragebogen.....	-116-
4.3.2	Nahrungsaufnahme und Essbiographie.....	-120-
4.3.3	Nicht-nutritive Faktoren.....	-130-
4.3.4	Diskussion und Zusammenfassung.....	-139-
<b>4.4</b>	<b>geroMAT – Modellentwicklung(en).....</b>	<b>-151-</b>
4.4.1	Datensatznutzung.....	-151-
4.4.2	Endanalyse(n) und Modellentwicklung(en).....	-153-
4.4.3	<i>Modell I</i> - Vorhersage des Mangelernährungsrisikos „RiskMal“.....	-155-
4.4.4	<i>Modell II</i> - Vorhersage des Mini Nutritional Assessment <sup>®</sup> (-Scores).....	-156-
4.4.5	Ausblick auf <i>geroMAT</i> , Version Alpha-02.....	-158-
4.4.6	Diskussion und Zusammenfassung.....	-162-
<b>5</b>	<b>Limitierungen der Studie.....</b>	<b>-170-</b>
<b>6</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>-172-</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>-174-</b>
<b>8</b>	<b>Summary.....</b>	<b>-175-</b>
<b>V</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>-176-</b>
<b>VI</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>-187-</b>
<u>VX.</u>	<u>Tabellen.....</u>	<u>-187-</u>
VX.1	Umcodierung des <i>HKF/M.G8</i> .....	-188-
VX.2	Übersicht über die ROC-Analyse(n) selektierter Features.....	-190-
VX.3	Variablen der Essbiografie und Nahrungsaufnahme.....	-192-
VX.4	Variablen nicht-nutritiver Faktoren.....	-193-
VX.5	Lebensmittelkategorisierung im <i>HKF/M.G8</i> .....	-194-
VX.6	Methoden und Referenzbereiche der Blutparameter des externen Labors.....	-195-

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>VY.</b>	<b>Abbildungen</b> .....	<b>-198-</b>
VY.1	Detaillierte Einzelanalysen der Items des <i>HKF/M.G8</i> .....	-199-
<b>VZ.</b>	<b>Sonstiges (CRF, Rechtliches, Formulare, etc.)</b> .....	<b>-209-</b>
VZ.1	Gerätebeschreibung BodyScout (BIA).....	-210-
VZ.2	Befehle und Einstellungen von <i>geroMAT</i> , Version Alpha-01.....	-211-
VZ.3	Case Report Form am Beispiel Neurologie.....	-212-
VZ.4	Zusammenfassung der Endanalyse(n)-Vorhersage des MNA <sup>®</sup> und „RiskMal“.....	-223-
VZ.5	Mini Nutritional Assessment <sup>®</sup> (deutsche Version).....	-227-
VZ.6	Verbrauchsmaterial und Geräte der HPLC-(Vitamin-)Analytik.....	-228-
VZ.7	Patienteninformation(en) der Studie.....	-229-
VZ.8	Aufklärungsschreiben und Einwilligungserklärungen (Standard/Betreuer).....	-235-
VZ.9	Screenshots <i>geroMAT</i> , Version Alpha-01.....	-241-
<b>DVD</b>	<b>Ergänzendes Datenmaterial</b>	
DVD.1	Umcodierungen <i>HKF/M.G8</i> in SPSS <sup>®</sup> Code (Neurologie, Innere, Altenheim).....	-DVD-
DVD.2	Endanalysen <i>geroMAT</i> : „RiskMal“, MNA <sup>®</sup> -Vorhersage.....	-DVD-
DVD.3	Originaldatensätze Gesamtkollektiv (Tab, SPSS <sup>®</sup> ).....	-DVD-
<b>VII</b>	<b>Curriculum Vitae</b> .....	<b>-251-</b>
<b>VIII</b>	<b>Eidesstattliche Erklärung</b> .....	<b>-253-</b>

**I Tabellenverzeichnis**

Tab. 1.1: Übersicht über gebräuchliche Screening- und Assessmentmethoden.....-16

Tab. 1.2: Idealtypische Funktionalität des geplanten Assessmenttools („geroMAT“)...-19

Tab. 3.1: Standorte und Träger der Einrichtungen für die Rekrutierung der Studienpopulation.....-22

Tab. 3.2: Primäre Einteilung des Gesamtkollektivs anhand des unterschiedlichen Risikos..... -27

Tab. 3.3: Separierte Einzelassessments (MNA<sup>®</sup>-QS: MNA<sup>®</sup>-Questions) des MNA<sup>®</sup> .....-29

Tab. 3.4: Klassifikation(en) des Body Mass Index.....-31

Tab. 3.5: Ausgewählte Parameter der speziellen Analytik..... -40

Tab. 3.6: Angewandte, modifizierte Version des HKF/M.G7- der HKF/M.G8.....-51

Tab. 3.7: Prediction-Success-Table zur Bestimmung der Sensitivität, Spezifität, PPV, NPV, OPV.... -58

Tab. 4.1: Deskription des MNA<sup>®</sup> -, „Total Assessments“ ..... -63

Tab. 4.2: Deskription der MNA<sup>®</sup>-Klassen (I-III).....-65

Tab. 4.3: Deskription der neu formulierten Variable „RiskMal“ .....-69

Tab. 4.4: Deskription der MNA<sup>®</sup> -, „Short Form“-Klassen.....-71

Tab. 4.5: Deskription der MNA<sup>®</sup> -, „Questions“ (Einzelassessments: AA, DA, GA, SA).....-74

Tab. 4.6: Literaturüberblick über die Prävalenz der Mangelerkrankung geriatrischer Kollektive.....-78

Tab. 4.7: Deskription von KG, KM, BMI und KMV.....-85

Tab. 4.8: Deskription von OAU, THF, AMU, AMF und WU.....-87

Tab. 4.9: Statistische Zusammenhänge anthropometrischer Messgrößen.....-88

Tab.4.10: Deskription bioelektrischer Impedanzparameter (BIA).....-89

Tab.4.11: Statistische Zusammenhänge bioelektrischer und anthropometrischer Messgrößen.....-91

Tab.4.12: Deskription des Blutbildes.....-92

Tab.4.13: Deskription des Makronährstoffstoffwechsels (bzw. deren Metabolite).....-93

Tab.4.14: Deskription hepatischer und nephrologischer Messgrößen.....-94

Tab.4.15: Deskription der Mikronährstoffanalyse.....-95

Tab.4.16: Deskription inflammatorischer und endokrinologischer Messgrößen.....-96

Tab.4.17: Deskription der Messgrößen des Speziallabors.....-97

Tab.4.18: Statistische Zusammenhänge der Blutbildmessgrößen.....-98

Tab.4.19: Statistische Zusammenhänge der Metabolite.....-98

Tab.4.20: Deskription der Vitaminanalytik.....-100

Tab.4.21: Übersicht über die bukkalmuköse Analytik- detektierbare Größen- und Ausfälle.....-103

Tab.4.22: Deskription der bukkalen Mukosaanalytik.....-103

Tab.4.23: Deskription des HKF/M.G8 und dessen relevantesten Einzel-Scores.....-116

Tab.4.24: Korrelationen (Spearman-Rho) der Items des HKF/M.G8.....-118

Tab.4.25: Deskription der Ernährungsgewohnheiten.....-120

## Tabellenverzeichnis

---

Tab.4.26: Statistische Zusammenhänge der Nahrungsaufnahme-Parameter.....	-122-
Tab.4.27: Deskription der Probleme der Nahrungsaufnahme.....	-123-
Tab.4.29: Deskription des Energieverbrauchs (Näherung).....	-125-
Tab.4.28: Statistische Zusammenhänge der Probleme der Nahrungsaufnahme.....	-125-
Tab.4.30: Deskription der Essbiografie.....	-126-
Tab.4.31: Zusammenhänge der Parameter der Essbiografie.....	-128-
Tab.4.32: Deskription der ADL´s-„Activities of Daily Living“ .....	-130-
Tab.4.33: Statistische Zusammenhänge der ADL´s-„Activities of Daily Living“ .....	-133-
Tab.4.34: Deskription kognitiver und psychischer Marker.....	-134-
Tab.4.35: Deskription der Sozioökonomie und Komorbiditäten.....	-136-
Tab.4.36: Statistische Zusammenhänge der Sozioökonomie und Komorbiditäten.....	-138-
Tab.4.37 : Darstellung der Anzahl erfasster Teilnehmer und Variablen.....	-151-
Tab.4.38 : Sensitivität, Spezifität, PPV, NPV der Fremd- und Selbsteinschätzung zum MNA® .....	-152-
Tab.4.39: Darstellung der Ergebnisse des Modells I zur Risikobewertung nach „RiskMal“ .....	-156-
Tab.4.40: Darstellung der Linearen Regression („All features“) zur Vorhersage des MNA® .....	-156-
Tab.4.41: Darstellung der Linearen Regression („Erstentwurf“) zur Vorhersage des MNA® .....	-157-
Tab.4.42: Darstellung der Linearen Regression („FFS“) zur Vorhersage des MNA® .....	-158-
Tab.4.43: Übersicht der Anforderungen an die „geroMAT- Features“ .....	-159-

**II            Abbildungsverzeichnis**

*Abb. 1.1: Geschlechterspezifische Entwicklung der deutschen Bevölkerung.....-11-*

*Abb. 1.2: Prozentualer Anstieg der über 65-Jährigen (Deutschland).....-12-*

*Abb. 1.3: Durchschnittliche Lebenserwartung 65-Jähriger (Deutschland-EU).....-12-*

*Abb. 1.4: Anzahl der Betten deutscher Alten-und Pflegeheime.....-12-*

*Abb. 1.5: Teufelskreis („Circulus vitiosus“) der Mangelernährung im Alter.....-14-*

*Abb. 3.1: Darstellung des Studienverlaufs an den verschiedenen Standorten .....-22-*

*Abb. 3.2: Einbettung der Teilprojekte (TI-III) in das Gesamtvorhaben „geroMAT“ .....-23-*

*Abb. 3.3: Geschlechtsspezifische Darstellung der Altersstruktur im Gesamtkollektiv.....-26-*

*Abb. 3.4: Berechnung(en) von Armmuskelumfang und Armmuskelfläche.....-32-*

*Abb. 3.5: Platzierung(en) der distalen und proximalen (BIA-) Handelektrode(n).....-35-*

*Abb. 3.6: Platzierung(en) der distalen und proximalen (BIA-) Fusselektrode(n).....-35-*

*Abb. 3.7: Messanordnung und Anbindung der mobilen Auswertungsteile an das BIA-Gerät.....-36-*

*Abb. 3.8: Pipettierschema der Plasmaproben der Ascorbinsäure-Analytik (HPLC).....-43-*

*Abb. 3.9: Vorgehensweise der Endanalysen zur Modellentwicklung für „geroMAT“ .....-57-*

*Abb. 4.1: Scoreverteilung innerhalb des MNA<sup>®</sup>-Total Assessments.....-63-*

*Abb. 4.2: MNA<sup>®</sup>-Klassifikation, aufgetragen als Scoreverteilung des MNA<sup>®</sup>-TA.....-64-*

*Abb. 4.3: Geschlechtsspezifische Betrachtung der Klassifikation(en).....-66-*

*Abb. 4.4: Altersspezifische Betrachtung der Klassifikationen.....-67-*

*Abb. 4.5: Entwicklungsschema des neuen Zielkriteriums „RiskMal“ .....-68-*

*Abb. 4.6: Verteilung der neuen MNA<sup>®</sup>-Klassifikation „RiskMal“ .....-69-*

*Abb. 4.7: Geschlechtsdifferente Darstellung des Risikos anhand von „RiskMal“ .....-70-*

*Abb. 4.8: Scoreverteilung innerhalb der MNA<sup>®</sup>- Short Form.....-71-*

*Abb. 4.9: Zusammenhang zwischen der MNA<sup>®</sup>-Vor-/bzw. Hauptanamnese und „RiskMal“ .....-72-*

*Abb. 4.10: Prozentualer Anteil der MNA<sup>®</sup>-QS am Gesamtscore MNA<sup>®</sup>-TA.....-73-*

*Abb. 4.11: Altersadaptierte Darstellung des BMI (nach ESPEN).....-84-*

*Abb. 4.12: Altersunabhängige Darstellung des BMI (nach WHO).....-84-*

*Abb. 4.13: Zusammenhang zwischen BMI-Klassifikation(en) und dem Gesamtassessment.....-86-*

*Abb. 4.14: Beziehung zwischen dem Wadenumfang und dem Gesamtassessment.....-88-*

*Abb. 4.15: Beziehung zwischen dem Armmuskelumfang und dem Gesamtassessment.....-88-*

*Abb. 4.17: Zusammenhang des OAU und der BCM der (BIA-) Kompartimentenmessung.....-91-*

*Abb. 4.18: Zusammenhang der THF zum FAT der (BIA-) Kompartimentenmessung.....-91-*

*Abb. 4.19: Abhängigkeit der Albuminkonzentration vom Lebensalter.....-94-*

*Abb. 4.20: Beziehung des Albumin zu erhöhten CRP-Spiegeln.....-99-*

*Abb. 4.21: Beziehung des Transferrin zu erhöhten CRP-Spiegeln.....-99-*

Abb. 4.22: Häufigkeit laborchemisch nachweisbarer Defizite an Ascorbinsäure, Tocopherol, Retinol Coenzym Q10, $\beta$ -Carotin und Lycopin.....	-101-
Abb. 4.23: Verteilung der Konzentration(en) von Vitamin C, E, $\beta$ -Carotin und Lycopin bukkaler Mukosazellen.....	-104-
Abb. 4.24: Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Ernährungsmuster und „RiskMal“.....	-116-
Abb. 4.25: Abhängigkeit des Kurzfragebogens HKF/M.G8 vom Geschlecht.....	-117-
Abb. 2.26: Beziehung zwischen dem Kurzfragebogen HKF/M.G8 und dem Alter.....	-117-
Abb. 4.27: Abgelesene „Cut-Off“-Bereiche des HKF/M.G8.....	-119-
Abb. 4.29: Darstellung der Beziehung(en) zwischen dem Appetit und „RiskMal“.....	-121-
Abb. 4.30: Darstellung der Beziehung(en) zwischen der Portionsgröße und „RiskMal“.....	-121-
Abb. 4.31: Darstellung der Beziehung(en) zwischen dem Geruchssinn und „RiskMal“.....	-122-
Abb. 4.32: Darstellung der Beziehung(en) zwischen dem Geschmackssinn und „RiskMal“.....	-122-
Abb. 4.33: Darstellung der Beziehung(en) zwischen einer Besteckproblematik und „RiskMal“.....	-124-
Abb. 4.34: Darstellung der Beziehung(en) zwischen einer Schneideproblematik und „RiskMal“.....	-124-
Abb. 4.35: Darstellung der Beziehung(en) zwischen einer Dysphagie und „RiskMal“.....	-124-
Abb. 4.36: Darstellung der Beziehung(en) zwischen einer Gastritis und „RiskMal“.....	-124-
Abb. 4.37: Unterschiede in der Möglichkeit der Nahrungszubereitung nach „RiskMal“.....	-127-
Abb. 4.38: Unterschiede bei der Nahrungszubereitung (durch Partner) nach „RiskMal“.....	-127-
Abb. 4.39: Unterschiede bei der Nahrungszubereitung (durch Pflegepersonal) nach „RiskMal“.....	-127-
Abb. 4.40: Unterschiede bei der Nahrungsaufnahme nach „RiskMal“.....	-127-
Abb. 4.41: Unterschiede in der Form aufgenommener Nahrung (normale Kost) nach „RiskMal“.....	-128-
Abb. 4.42: Unterschiede in der Form aufgenommener Nahrung (weiche Kost) nach „RiskMal“.....	-128-
Abb. 4.43: Unterschiede im Barthel-Index nach „RiskMal“.....	-131-
Abb. 4.44: Unterschiede beim Timed up and Go-Test (Zeitanspruch) nach „RiskMal“.....	-131-
Abb. 4.45: Unterschiede in der Mobilität nach „RiskMal“.....	-132-
Abb. 4.46: Unterschiede beim Timed up and Go-Test (Gehhilfe) nach „RiskMal“.....	-132-
Abb. 4.47: Unterschiede beim Timed up and Go-Test (Sturzrisiko) nach „RiskMal“.....	-132-
Abb. 4.48: Darstellung der Beziehung von Depressionen und „RiskMal“.....	-135-
Abb. 4.49: Zusammenhang zwischen einem Leben in Partnerschaft und „RiskMal“.....	-137-
Abb. 4.50: Zusammenhang zwischen der Wundheilung und „RiskMal“.....	-137-
Abb. 4.51: Zusammenhang zwischen einer Multimedikation und „RiskMal“.....	-137-
Abb. 4.52: Rangfolge der Trennschärfe selektierter Einzel-Features nach „RiskMal“.....	-150-

### III Abkürzungsverzeichnis

AA	Ascorbic Acid (Ascorbinsäure, Vitamin C)
Abb.	Abbildung(en), Grafik(en)
ADL	Activities of Daily Living
aHT	Arterielle Hypertonie
AMF	Armmuskelfläche
AMU	Armmuskelumfang
auROC	Area under Receiver Operation Characteristic Curve
BCM	Body Cell Mass (Körperzellmasse)
BDI	Buschke Depressionsindex
BHT	2,6-Di-Tert-Butyl-4-Methylphenol
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BIAS	Systematische Fehler/Verzerrung(en)
BMC	Buccal Mucosa Cells (Wangenschleimhautzellen)
BMI	Body Mass Index
But.	Butanol
bzgl.	Bezüglich
CA	Karzinom(e)
CED	Chronisch entzündliche Darmerkrankung(en)
CoQ10	Coenzym Q10 (Ubichinon)
CRF	Case Report Form („Einzelfallbeschreibung“ in Formularform)
CRP	C-Reaktives Protein (Akute-Phase-Protein)
d	Dias (day, Tag)
d.h.	Das heißt
DHA	Dehydro Ascorbic Acid (Dehydroascorbinsäure)
d <sub>j</sub>	Klassenbreite ( <i>hier</i> : des MNA <sup>®</sup> I-III bzw. „RiskMal“)
D.m.	Diabetes mellitus, Typ I/II
DNA	Desoxyribonukleinsäure/-acid (Träger der Erbinformation)
ECM	Extracellular Mass (Extrazelluläre Masse)
ECM/BCM	Index: Quotient aus ECM und BCM
ECW	Extracellular Water (Extrazelluläre Flüssigkeit)
ECW/BCM	Index: Quotient aus ECW und BCM
ECW/ICW	Index: Quotient aus ECW und ICW
EtOH	Ethanol

## Abkürzungsverzeichnis

---

EZ	Ernährungszustand
f	Female (weibliches Geschlecht)
FAT	Fat (Fettmasse)
FFM	Fat Free Mass (Fettfreie Masse)
FFMI	Fat Free Mass Index (Index Fettfreier Masse)
FFQ	Food Frequency Questionnaire
FMI	Fat Mass Index (Fettmassenindex)
FN	False Negative (Fälschlicherweise als nicht exponiert bewertet)
FP	False Positive (Fälschlicherweise als exponiert bewertet)
FSS	Feature Subset Selection (Maschinelle (PC) Parameterselektion)
fT <sub>4</sub>	Freies Thyroxin (im Serum, unabhängig von Eiweißbindung)
<i>geroMAT</i>	Malnutrition Assessment and Therapy for gerontologic patients
GI	Gastrointestinaltrakt
gT <sub>3</sub>	(Gesamt)-Trijodthyronin (im Serum, eiweißgebunden)
Hb	Hämoglobin
HbA <sub>1c</sub>	Glykosyliertes Hämoglobin (im Plasma)
HKF/M1-M4	Hohenheimer Kurzfragebogen/Modell(e) <u>1</u> ( <i>Originalversion</i> ) - <u>4</u>
HKF/M.G5-G7	Hohenheimer Kurzfragebogen/Modell(e). Geriatrie <u>5</u> - <u>7</u>
HKF/M.G8	Hohenheimer Kurzfragebogen/Modell. Geriatrie <u>8</u>
Hkt	Hämatokrit
HMZ	Hauptmahlzeit(en)
H <sub>2</sub> O/ H <sub>2</sub> O <sub>bidest.</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>dd</sub>	Wasser/bidestilliertes Wasser (doppelt destilliert)
HPLC	High Performance/Pressure Liquid Chromatography (Hochleistungsflüssigkeitschromatografie)
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (Diagnoseschlüssel)
ICW	Intracellular Water (Intrazelluläre Flüssigkeit)
ID	Identifikation/(-snummer)
IQD	Interquartildistanz (Streuungsmaß: Bereich zwischen der 25. und 75. Perzentile)
Kap.	Kapitel
kcal	Kilokalorie(n) (physikalische Einheit)
KG	Körpergröße
KHK	Koronare Herzerkrankung
KI	Konfidenzintervall [untere Grenze; obere Grenze]
KM	Körpermasse/Körpergewicht

## Abkürzungsverzeichnis

---

KMV	(Körper-) Gewichtsverlust(e)
KQ	Kataboliequotient (Serum-Harnstoff/Serum-Kreatinin)
LiHeparin	Lithium- Heparin ( <i>hier</i> : Plasma-Monovette)
LTM	Lean Tissue Mass (Magermasse)
m	Man (männliches Geschlecht)
M	Mol/molar
MAE	Middle Absolute Error (Mittlerer absoluter Fehler)
MCH	Mean Corpuscular/Cellular Hemoglobin (Mittlerer zellulärer Hämoglobingehalt) [pg(Hb)/(Ery)]
MCHC	Mean Corpuscular/Cellular Hemoglobin Concentration (Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration) [g/dL]
MCV	Mean Corpuscular/Cellular Volume (Mittleres zelluläres Volumen) [fl]
min.	Minute(n)
Min.-Max.	Minimum – Maximum
Mio.	Million(en)
mL	Milliliter
MMSE	Mini Mental State Examination (Gedächtnistest)
MNA <sup>®</sup>	Mini Nutritional Assessment (Nestlé Nutrition Institute)
MNA <sup>®</sup> -AA	MNA <sup>®</sup> - Anthropometric Assessment (Anthropometrisches Assessment)
MNA <sup>®</sup> -DA	MNA <sup>®</sup> - Dietary Assessment (Diätetisches Assessment)
MNA <sup>®</sup> -GA	MNA <sup>®</sup> - General Assessment (Allgemeines Assessment)
MNA <sup>®</sup> -QS	MNA <sup>®</sup> - Questions, Einzelassessments (AA, DA, GA, SA)
MNA <sup>®</sup> -SA	MNA <sup>®</sup> - Subjective Assessment (Subjektives Assessment)
MNA <sup>®</sup> -SF	MNA <sup>®</sup> - Short Form, Kurzform/Voranamnese
MNA <sup>®</sup> -TA	MNA <sup>®</sup> - Total Assessment (MNA <sup>®</sup> -SF+MNA <sup>®</sup> -Hauptanamnese)
MQE	Middle Quadratic Error (Mittlerer quadratischer Fehler)
Mrd.	Millarde(n)
MTV	Mean Thrombocyte Volume (Mittleres Thrombozyten/ Plättchen Volumen) [fl]
mV	Millivolt
N	Absolute Fallzahl (N=x)
NaCl	Natriumchlorid
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Natriumdihydrogenphosphat
NEM	Nahrungsergänzungsmittel, Supplement

## Abkürzungsverzeichnis

---

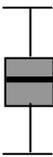
NIST-Plasma	National Institute of Standards and Tecnology–(Plasma, gepoolt)
NPV	Negative Predictive Value (Negativer Vorhersagewert)
OAU	Oberarmumfang
oB	Ohne Befund(e), ohne Auffälligkeit(en)
OPV	Overall Predictive Value (Nachtstwahrscheinlichkeit)
p	P-Wert (Wahrscheinlichkeit von $\alpha$ , Fehler 1. Art , Typ I Fehler)
PAL	Physical Activity Level (Aktivitätsgrad)
PCA	Perchlorsäure (-acid)
pH	PH-Wert (negativ dekadischer Logarithmus der $c[\text{H}_3\text{O}^+]$ )
Phi/ $\varphi$	Phasenwinkel Phi
Pkt.	Punkte ( <i>hier</i> : Maßeinheit der Scores)
PL	Plasma/ im Plasma
PPV	Positive Predictive Value (Positiver Vorhersagewert)
Prz.	Perzentile(n)
Q	Quartile(n) ( <i>hier</i> : z.B. $Q1=1$ .Quartile)
R	Resistanz (BIA-Messung)
REE <sub>HB</sub>	Resting Energy Expenditure (Ruheenergiebedarf, HarrisBenedict)
RiskMal	Risiko einer Mangelernährung (Risiko= <u>1</u> , kein Risiko= <u>0</u> )
$r_p$	Korrelationskoeffizient nach Bravais-Pearson
$r_s$	Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho
S	Serum/im Serum
sec.	Sekunde(n)
SPSS <sup>®</sup>	Superior Performing Software System (Statistik-Software)
STRG	„Steuerung“- Taste am PC ( <i>hier</i> : Zur Kennzeichnung von Mehrfachantworten in <i>geroMAT</i> )
SVM	Support Vector Machine/-Regression
TI-TIII	Teilprojekte <i>TI/ TII/ TIII</i> der vorliegenden Gesamtstudie
TAA	Total Ascorbic Acid (Gesamt-Ascorbinsäure: AA+DHA)
Tab.	Tabelle(n)
TBW	Total Body Water (Gesamtkörperflüssigkeit)
TCEP	Tris-(2-Chlorethyl)-Phosphat
TEE <sub>HB</sub>	Total Energy Expenditure (Gesamtenergiebedarf, HarrisBenedict)
tgl.	Täglich
THF	Trizephshautfalte(n)
TN	True Negative (Richtig als nicht exponiert bewertet)

## Abkürzungsverzeichnis

---

TP	True Positive (Richtig als exponiert bewertet)
TSH	Thyreidea Stimulating Hormone (im Serum)
TUG	Timed up and Go- Test (Mobilitätstest)
μ	Mikro- (z.B. Mikroliter= μL)
u.a.	Unter anderem
vs.	Versus (gegen) ( <i>hier</i> : Parameter vs. Parameter getestet)
v/v	Volume per Volume (Volumen pro Volumen)
w	woman (weibliches Geschlecht)
WHO	World Health Organization
WU	Wadenumfang
w/v	Weight per Volume (Masse pro Volumen)
x	Multiplikationszeichen („mal“)
Xc	Reaktanz (BIA-Messung)
y	Year(s), (Jahr(e)) ( <i>hier</i> : z. B. bei Altersangaben)
ZMZ	Zwischenmahlzeit(en)
Z.n.	Zustand nach ( <i>hier</i> : z.B. Z.n.CA= nach Tumorerkrankung)
Z	Impedanz (BIA-Messung)

### Methodische und stilistische Hinweise zur Betrachtung der Tabellen, Grafiken und Abbildungen

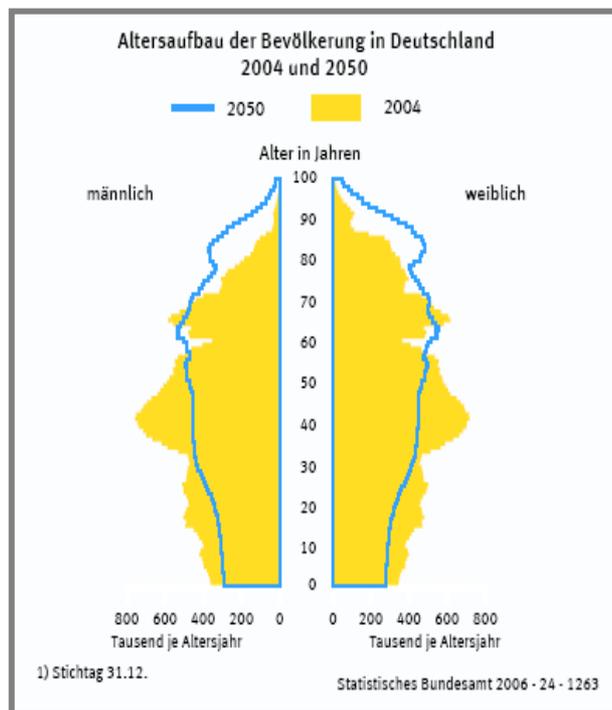
- N bezeichnete stets die absolute Fallzahl ( $N=x$ )
- Prozentuale Angaben in Tabellen, Text und Grafiken wurden in (ab-/auf-) gerundeter Form aufgeführt
- In den Grafiken wurden festgelegte Symbole und/oder Farben zur Unterscheidung der Geschlechter genutzt:
  - = weibliches Geschlecht (w/f)       = rote Farbe für Frauen
  - ▲ = männliches Geschlecht (m)       = blaue Farbe für Männer
- *Box-and Whisker-Plots* (Zentrum, Streuung, Schiefe und Spannweite der Verteilung)
  -  Die „Box“ (Kasten) beschrieb die Interquartildistanz (*IQD*), d.h. den Bereich zwischen der 25. und 75. Perzentile ( $Q1/Q3$ ).
  -  Die vom Kasten ausgehenden Linien („*Whiskers*“) kennzeichneten die Extremwerte der „inneren Eingrenzung“, d.h. den Bereich zwischen der 5. (Minimum) und 95. Perzentile (Maximum).
  - = Median = 50. Perzentile = 50. Quartile ( $Q2$ )
  - \* = Ausreisser („Outlier“) zwischen 1,5 und 3 x *IQD*
  - = Ausreisser („Outlier“) weit über 3 x *IQD*
- Balkendiagramme wurden über einer oder mehreren Variablen als einzelne, geclusterte oder gestapelte Balken dargestellt.
- Linien in Boxplot- oder Balkendiagrammen kennzeichneten Cut-offs, Schwellen- und/oder Referenzbereiche.
- Klassifikationen und Gruppeneinteilungen wurden durch unterschiedliche Farbschattierungen verdeutlicht, z.B. wurde das Risiko für eine Mangelernährung dunkellila () , kein Risiko helllila () dargestellt.
- Tabellen und Grafiken, deren Datenmenge zu groß war bzw. deren Darstellung zu viel Platz in Anspruch nahm, wurden im Anhang abgelegt (siehe entsprechende Hinweise im Text).
- Die Zuordnung der hier nicht festgelegten Variablen erschließt sich im Einzelfall aus der jeweiligen Legende. Im Anhang befindet sich zusätzlich eine DVD mit ergänzenden Daten, deren Umfang zu groß für Textteil bzw. Anhang waren. Zum Lesen des Teiles DVD.3 der Daten-DVD ist das Programm SPSS® für Windows nötig.

## 1 Einleitung

### Demografische Entwicklung

Weltweit ist ein demografischer Wandel in der Bevölkerung zu beobachten, so auch in Deutschland. Einer Pressekonferenz des statistischen Bundesamtes vom 18.11.2009 zur Folge, wird bis zum Jahr 2060 jeder siebte

Jahre und älter sein<sup>[98]</sup>. die Entwicklung bis zum Grundlage der Be-Annahme einer durch-erwartung neugeborener neugeborener Mädchen einem Einwanderungs-Personen/ Jahr und 1,4 und Familie. Es wird die deutsche Pyramide eher tannenbaum-mit Schwerpunkt im Jährigen zugunsten einer nehmender Wölbung auf



Bundesbürger 80 Abbildung 1.1 zeigt Jahr 2050 auf. rechnungen war die durchschnittlichen Lebens-Jungen von 85,0 und von 89,2 Jahren, saldo von 100.000 Kindern pro Frau deutlich, dass sich von einer ehemals förmigen Struktur Bereich der 30 bis 60 Pilzform mit zu-Höhe der über 60-

Jährigen entwickeln wird. Abb. 1.1: Geschlechterspezifische Entwicklung der Verglichen mit Ländern ähnlicher Kultur deutschen Bevölkerung (Jahr(e): 2004 - 2050) und Lebensweise bzw. der Europäischen - Hochrechnung des statistischen Bundesamtes Union (Abb.1.2) ist der prozentuale Anstieg (Stand: 2006) des Seniorenanteils in der BRD seit dem Jahr 2000, im Nachbarland Österreich seit 2003, doch erheblich steiler verlaufen. Die durchschnittliche Lebenserwartung im 65. Lebensjahr (Abb. 1.3) erhöhte sich seit dem Messbeginn im Jahre 1990 von damals 16,3 auf 19,0 Jahre (2008), Tendenz steigend. Ein explosionsartiger Anstieg der in Heimen betreuten, alten Menschen setzte ab dem Jahr 1995 ein. Die Anzahl der Betten stieg von ehemals 36.800.000 auf 91.200.000 innerhalb von zehn Jahren (Abb. 1.4). Dies entspricht einer Steigerung von ca. 60%.

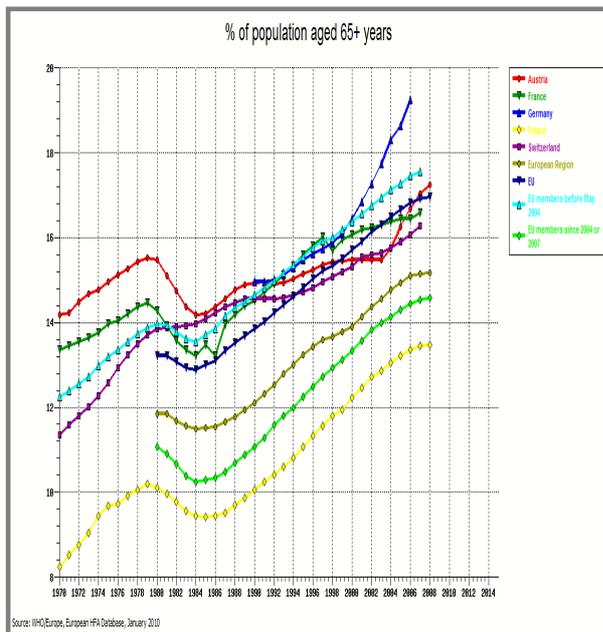


Abb. 1.2: Prozentualer Anstieg der über 65-Jährigen - Übersicht der Lage Deutschlands im europäischen Vergleich (1970-2008) (WHO)

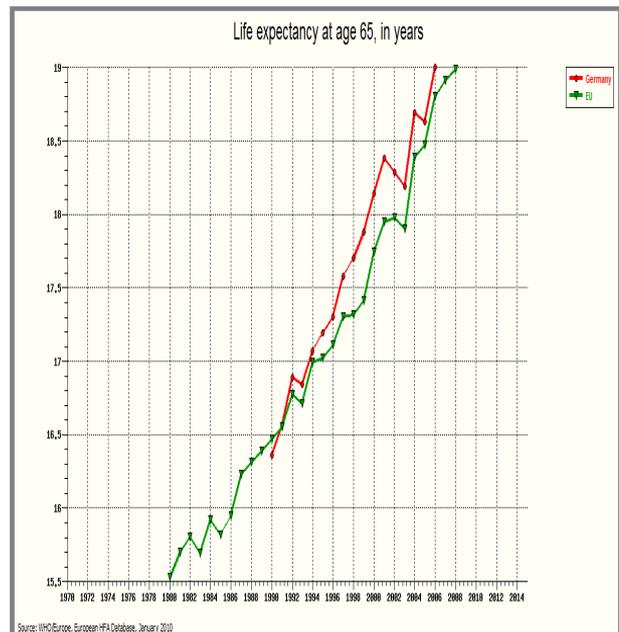


Abb. 1.3: Durchschnittliche Lebenserwartung 65-Jähriger – Vergleich der Daten Deutschlands mit denen der Europäischen Union (1980-2008) (WHO)

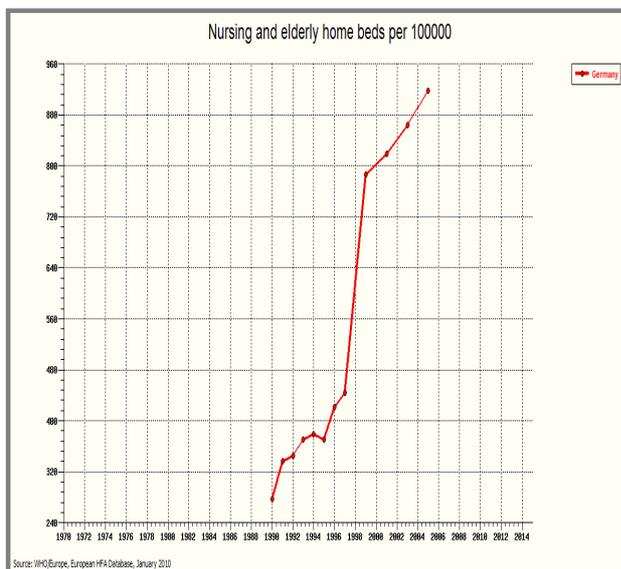


Abb. 1.4: Übersicht über die Anzahl der Betten in deutschen Alten- und Pflegeheimen (in 100.000) (1990-2005) (WHO)

Aufgrund dieser bedeutenden Veränderungen der Bevölkerungsstruktur werden neben politischen, architektonischen und ökonomischen Herausforderungen vor allem Entscheidungen und Lösungen im Bereich der medizinischen Versorgung nötig sein<sup>[1]</sup>. Spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der geriatrischen Diagnostik und Therapie werden an Wichtigkeit zunehmen.

### Ernährungsmedizinische Probleme des Alterns

Allgemein lassen sich die Probleme des Alterns in physische, psychische und soziale Veränderungen unterteilen. Funktionsverluste und Verschiebungen können in jedem der drei Teilbereiche zu Auswirkungen auf das Essverhalten führen. So können chronische Erkrankungen und Multimorbiditäten, behandelt unter Multimedikation, für schwindenden Appetit und mangelnde Essmotivation mit verantwortlich gemacht werden. Sinneseintrübungen in Form von Geschmacks- und Geruchseinbußen tun ihr Übriges. Nachlassende Funktionalität erschwert die Nahrungszubereitung- und Aufnahme, metabolische Veränderungen fördern Sarkopenie und (u.a. Immobilitäts-) Atrophien. Psychisch sind vor allem Depressionen, Einsamkeit und schwindende kognitive Fähigkeiten von Bedeutung. Aber auch Armut, veränderte Lebensbedingungen (-Umgebungen) und soziale Isolation werden immer wieder als ursächlich für verminderte oder veränderte Nahrungsaufnahme(n) beobachtet.

Der Ernährungsstatus ist Grundlage und Ausdruck von Gesundheit im weitesten Sinne. Er wird einerseits durch die Aufnahme von Lebensmitteln (Nährstoffen) und Getränken (Flüssigkeiten) bestimmt und andererseits vom Verbrauch an Energie und Nährstoffen durch den Organismus. Voraussetzung ist eine normale Assimilations- und Ausscheidungsfähigkeit. Störungen derselben können Ursache von Fehlernährungssituationen sein, verbunden mit möglichen Konsequenzen. Allen Fehlernährungen gemeinsam ist die erhöhte Mortalität bei Hospitalisierung, die gesteigerte Rekonvaleszenzzeit, Liege- und Behandlungsdauer sowie Komplikationsrate. Das Infektionsrisiko ist zudem gesteigert<sup>[3]</sup>.

### ***Fehl-/Unter- und Mangelernährung<sup>[2]</sup>***

#### ***Fehlernährung („Nutritional Deficiency“), ICD-10:E46.c***

Bei der Fehlernährung handelt es sich um einen Oberbegriff, der alle klinisch-relevanten Ernährungsdefizite beschreibt. Ursachen der Fehlernährung sind zumeist unzureichende, qualitativ minderwertige (MNS<sup>1</sup>) Nahrungszufuhr, Nährstoffverluste oder ein erhöhter Energiebedarf. So betrifft sie z.B. Veganer, Orthorektiker, Menschen mit chronisch entzündlichen oder konsumierenden Erkrankungen, aber auch Senioren oder Obdachlose. Zur Fehlernährung zählt man zudem das Wasting, Marasmus und Kwashiorkor. Im Prinzip zählt auch die Dehydratation zur Fehlernährung.

#### ***Unterernährung („Undernutrition“), ICD-10:E46.b***

Eine Unterernährung stellt den Zustand geleerter Energiespeicher dar. Dabei liegt die durchschnittliche Energieaufnahme unter dem Verbrauch. Dadurch geht sie fast immer mit einer Fehlernährungssituation einher. In westlichen Ländern tritt sie häufig in Form der „Anorexie“ in Erscheinung. Gekennzeichnet ist sie u.a. durch verminderte Leistungsfähigkeit, die Abnahme des BMI<sup>2</sup>, der Trizephshautfalte und des Fettanteils im Organismus.

<sup>1</sup> MNS=Mikronährstoffe    <sup>2</sup> Body Mass Index

### Mangelernährung („Malnutrition“), ICD-10:E46, Mangelernährung im Alter, ICD-10:E46.a

Die Ursachen der Mangelernährung, v.a. der im Senium, sind vielfältig und bedingen sich gegenseitig. Man spricht deshalb von einem „Circulus vitiosus“ (Abb.1.5):

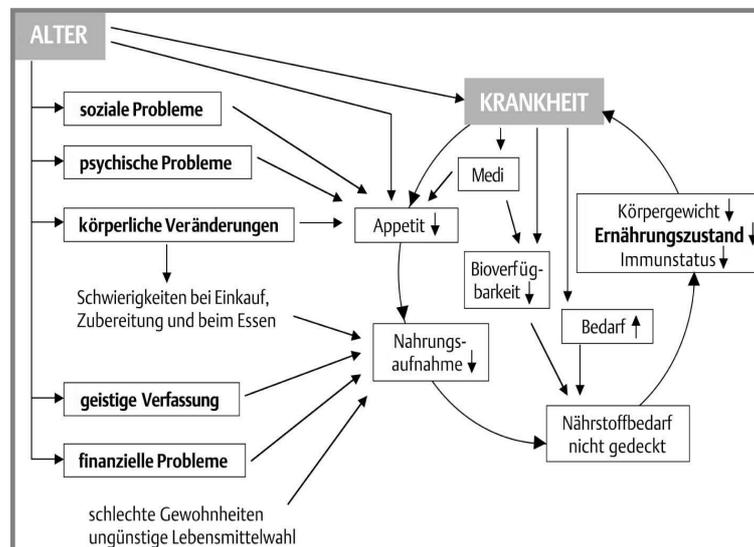


Abb. 1.5: Teufelskreis („Circulus vitiosus“) der Mangelernährung im Alter (DGEM, 2004) (Medi=Medikamenteneinnahme)

Eine Mangelernährung macht sich oft nicht sofort bemerkbar, da es sich zunächst meist um einen, durch defizitäre Zufuhr bedingten, Nährstoffmangel („*Specific Nutritional Deficiency*“) handelt. Ein Eiweißmangel („*Protein Deficiency*“), kausal für die Verminderung somatischer und viszeraler (Protein-) Bestände lässt sich besser diagnostizieren. Im Krankheitsfall sind betroffene Personen weniger gut gegen katabole Prozesse gewappnet, gesteigerte Gewichtsverluste („*Unintended weight loss*“) sind die Folge. Inaktivität, mangelnde Proteinzufuhr und Glukokortikoidtherapie verstärken die Problematik und können zur senilen Sarkopenie führen.

In internationalen Studien besteht eine hohe Schwankungsbreite in der Prävalenz der Mangelernährung<sup>[4]</sup>. Deutsche Untersuchungen beschreiben das Risiko mit 5-12% bei unabhängig lebenden, 40-85% bei institutionalisierten Senioren (Seiler 1999, Pirlich/Lochs 2001, Volkert 1999/2000, Thomas 1999). Hospitalisierte Personen sind zu 20-50% mangelernährt. Die große Streuung ergibt sich aus unterschiedlichen Erhebungsinstrumenten und Kollektiven.

Mangelernährung wird in den Köpfen mancher Laien, aber auch häufig von Fachpersonal, unter Umständen sogar von Ärzten (EMNID-Umfrage 2005) als ein Problem angesehen, dass vor allem Länder der dritten Welt, sog. „Entwicklungsländer“ betrifft. Thematisiert wird sie auch heute noch viel zu wenig, was daran zu liegen scheint, dass sie in Lebensphasen auftritt, die per se als unangenehm

und bedrohlich gelten (Krankheit, Heimaufenthalt, Alter). Ein Zusammenhang von Mangelernährung und bestimmten Lebenssituationen oder Erkrankungen, aber auch ein Mangel im Sinne eines Mikronährstoffdefizits ist noch nicht ausreichend bekannt. Zudem verursacht dieses Problem ca 9 Milliarden Euro Kosten (2,6 Mio. Pflegebereich, 1,3 Mrd. ambulanter Sektor, 5 Mrd. Krankenversorgung), obgleich noch nicht einmal einheitliche Erstattungsbedingungen für Ernährungstherapie oder enterale Ernährung bestehen. Solche Faktoren aber sind es, die über das tatsächliche Ausmaß des Problems hinwegtäuschen und einer Bewusstseinsstärkung- und Sensibilisierung für dieses Thema im Wege stehen. Zahlreiche Fachgesellschaften und Expertenräte fordern Veränderung(en): Der Medizinische Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen forderte 2003 Standards zur Ernährungs- und Flüssigkeitsversorgung älterer Menschen in Pflege. 2001 fand das Hohenheimer Konsensusgespräch zum Thema „Ernährung und Altern“ unter Teilnahme verschiedenster Disziplinen statt<sup>[5]</sup>. Die ESPEN<sup>1</sup>, ENHA<sup>2</sup> und MNI<sup>3</sup> schlossen sich zusammen, um die Mangelernährung in Europa zu bekämpfen. Auf Basis ihrer Erkenntnisse gaben sie 2007 die Prager Erklärung („*Ein Aufruf zum Kampf gegen Mangelernährung in Europa*“) ab<sup>[6]</sup>.

Folgen sämtlicher Formen unzureichender oder falscher Ernährung sind primär für die einzelnen, betroffenen Personen, zunehmend aber auch für die gesamte Gesellschaft ein ernst zu nehmendes Problem. Vor allem in gesundheitspolitischer und finanzieller Hinsicht. Dabei könnte die Fehlernährung ernährungstherapeutisch behandelt und so Kosten gesenkt oder vermieden werden. Zahlreiche Untersuchungen haben den Nutzen einer frühen und effektiven Intervention schon aufgezeigt. So bestehen heute kaum mehr Zweifel daran, dass eine Fehlernährung gezielt und meist erfolgreich behandelbar ist. Grundlage einer jeden Intervention ist allerdings die möglichst frühe Diagnostik des (möglichen) Problems. Gerade diese Tatsache stellt das medizinische Personal, speziell bei Senioren, vor eine große Herausforderung. Da sich der Ernährungszustand nicht, wie sonst im klinischen Alltag üblich, an einem bestimmten Marker festmachen lässt, gestaltet sich die Suche nach Anhaltspunkten schwieriger und benötigt zudem mehr Zeit. Verschiedene Screening- und Assessmentverfahren erleichtern heutzutage die Selektion.

### Screening und Assessmentverfahren (NST-Nutritional Screening Tools)

#### **Screening**

Ein Screening muß schnell, einfach und breit anwendbar sein, um z.B. aus einer Bevölkerungsgruppe (*hier*: Senioren) Individuen mit positivem Merkmal (*hier*: Mangelernährungsrisiko) selektieren zu können. Ein Screeningverfahren sollte evidenzbasiert sein, den Schweregrad der Erkrankung, Alter, Körpergröße und Geschlecht berücksichtigen und routinemäßig einsetzbar sein.

---

<sup>1</sup> European Society for Parenteral and Enteral Nutrition

<sup>2</sup> European Nutrition for Health Alliance

<sup>3</sup> Medical Nutrition International Industries

## Einleitung

---

Bei hospitalisierten und institutionalisierten Personen sollte es während des gesamten Aufenthaltes regelmäßig durchgeführt werden. Die Methode sollte in Entwicklungsstudien auf ihre Validität und Reliabilität hin getestet worden sein. Zur einheitlichen Bewertung und Vergleichbarkeit müssen Risikolevels (Scores) oder Cut-off's gelten. Auf ein positives Screening sollte immer ein profundes Assessment folgen und, wenn nötig, die Intervention (begleitet durch entsprechendes Monitoring) eingeleitet werden. Dazu empfiehlt die „ESPEN Guideline of Nutritional Screening“<sup>[7]</sup> bei einem Ergebnis, welches ein Risiko anzeigt, einen standardisierten Ernährungsplan zu erstellen, bei einem Risiko mit Begleiterkrankungen eine morbiditätsadaptierte, ernährungstherapeutische Intervention. Auch bei unsicherer Diagnose oder keinem Risiko sollten eventuelle Nachscreenings (in zeitlichem Abstand) in Betracht gezogen werden.

### Assessment

Im Gegensatz zum Screening wird das Assessment bei schon vorselektierten Populationen angewandt. Dabei handelt es sich um eine detailliertere Untersuchung der Ernährungs-/Stoffwechsel- und Leistungsfaktoren. Es sollte diätetische, anthropometrische und klinische, aber auch sozioökonomische wie psychische und, falls angemessen, labordiagnostische Aspekte beleuchten<sup>[117]</sup>. Aus diesem Grund dauert es in seiner Anwendung länger und setzt mehr Fachwissen voraus. Es sollte also von medizinischem Fachpersonal entweder bei positivem Screening im Erstkontakt oder unter laufender Therapie durchgeführt werden. Interventionen können so überwacht und therapeutische Nebenwirkungen früh realisiert werden. Schon 1955 wurden erste Bemühungen angestellt, auf Basis von Ernährungssurveys aus 24 Ländern ein Assessment zu erstellen (ICNND-International Committee on Nutrition for National Defense)<sup>[8],[12]</sup>. Elf Jahre später veröffentlichte JELIFFE DB eine Publikation auf Grundlage der WHO-Datensammlung aus einer Befragung von 25 internationalen Spezialisten<sup>[9]</sup>. Bis heute existiert aber kein generell akzeptiertes Instrument des Assessments<sup>[10],[11]</sup>, jedoch verschiedene Scores für unterschiedliche Patientenkollektive (Tab. 1.1). In der Praxis setzen sich vor allem das SGA und MNA durch<sup>[118]</sup>.

Tab. 1.1: Übersicht über gebräuchliche Screening- und Assessmentmethoden – MUST, NRI, NRS-2002, SGA, MNA

Name der Methode	Überwiegender Einsatz des Tools	Kollektiv	Empfohlen von	Literatur
MUST ( <i>Malnutrition Universal Screening Tool</i> )	Screening	“free-living”, ambulant	ESPEN	Kondrup J et al. (2003) <sup>[12]</sup>
NRI ( <i>Nutritional Risk Index</i> )	Screening	hospitalisiert	ESPEN	---
NRS-2002 ( <i>Nutritional Risk Score</i> )	Pre-Screening Final-Screening	hospitalisiert	ESPEN	Kondrup J et al. (2003) <sup>[13]</sup>

## Einleitung

SGA ( <i>Subjective Global Assessment</i> )	Assessment	hospitalisiert	ASPEN	Detsky AS et al. (1987) <sup>[14]</sup>
MNA ( <i>Mini Nutritional Assessment</i> )	MNA-SF: Screening MNA: Assessment	Senioren	MDS, ESPEN	Vellas B et al. (1999) <sup>[15]</sup>

### Das „ideale“ Assessment-Tool

Für den Einsatz in der Geriatrie empfohlene Assessment-Tools beinhalten kaum oder gar keine Fragen zum Ernährungszustand oder bewerten diesen nur als untergeordneten Faktor. So empfiehlt die Assessmentkommission der DGG<sup>1</sup> und DGGG<sup>2</sup> das erweiterte Screening nach Lachs. Hier werden neben den 15 sog. „Problembereichen“ (u.a. auch Ernährung) auch Sprache, Verhalten, Dekubitusstatus- und Patientenwünsche abgefragt, sowie in der 2. Stufe Tests zur Funtionalität und Mobilität (TUG, Barthel- ADL, MMSE, Tandem-/und Semitandemstand) durchgeführt. Die AGAST (AG Geriatisches Assessment) empfiehlt zusätzlich den Geldzähl-, Clock Completion- und Handgrip-Test. Grundsätzlich verpflichtendes Assessment, wie das NMDS (Nursing Minimum Data Set) in Belgien, gibt es in dieser Form in der BRD noch nicht. Allerdings wurde das umfangreiche „Gemidas“ (Geriatisches Minimum Data Set)<sup>[16]</sup> zusammengestellt. Aber auch dieses ist für die Erfassung des Gesamtzustandes, nicht primär *des Ernährungszustandes* der Senioren, ausgelegt. Immer handelt es sich dabei um Fragebogenmethoden.

Moderne Assessment-Tools sollten computergestützt sein, evtl. internetfähig, vor allem aber ausgerüstet mit einer Schnittstelle zu dem (mit-)behandelnden, unterscheidlichsten Fachpersonal und der angewandten Ernährungssoftware. Schnelle Datenübersicht und Evaluation zur interprofessionellen Kommunikation ist dabei nötig. IT-gestützte, operative Diagnostik- und Verwaltungstätigkeit ist heute unabdingbar zur Leistungserstellung- und Abrechnung. Das für die Geriatrie konzipierte RAI<sup>®</sup> (Resident Assessment Instrument)<sup>[17]</sup>- System ist zwar computerfähig und in seiner deutschsprachigen Version (RAI<sup>®</sup> 2.0, Version 1.0) seit 1994 auf dem Markt, umfasst aber auch kein ausreichendes Ernährungsassessment. Es beinhaltet neben dem „MDS<sup>3</sup>“ eine Risikobewertungstafel, Abklärungshilfen für unsichere Diagnosen und eine Funktion zur Abrechnung mit Kostenträgern. Entwickelt wurde es speziell für Senioren in Langzeitversorgung bzw. für „Home-Care“-Patienten (RAI-HC<sup>®</sup> 2.0). Für den Bereich der Ernährungszustandsbewertung innerhalb aller geriatrischen Bereiche existiert bisher also kein angemessenes, computergestütztes Verfahren.

---

<sup>1</sup> Deutsche Gesellschaft für Geriatrie

<sup>2</sup> Deutsche Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie

<sup>3</sup> Minimum Data Set

### 2. Hintergrund und Ziele

Im Fokus der vorliegenden Arbeit stand die Erfassung und Dokumentation von Variablen, welche den Ernährungszustand von Senioren abbilden und beeinflussen können. Darauf basierend sollte ein modernes, d.h. computergestütztes, Assessment-Tool zur Erhebung des Ernährungsstatus einer geriatrischen Population entwickelt werden.

#### Hintergründe

Das Ziel war eine wissenschaftlich fundierte Bestandsaufnahme potentieller Indikatoren des Ernährungszustandes betagter, hoch- und höchstbetagter Menschen (WHO<sup>1</sup>). Dafür wurden zunächst Faktoren betrachtet, die sich in anderen Studien für die Bestimmung des Ernährungszustandes als wegweisend erwiesen haben<sup>[2],[7],[18]</sup>. Im Fokus stand die (Weiter-) Entwicklung einer Softwaremaske („geroMAT<sup>2</sup>-Version Alpha-01“), anhand deren sich das medizinische Personal orientieren und informieren kann, eine Art „*Führungsinstrument*“ bei der Erhebung des Ernährungsstatus betagter Menschen.

Hierfür sollte mit vorliegender Arbeit ein idealtypisches Grundassessment (der spätere „BASIS-SCORE“) von hoher ernährungsdiagnostischer Qualität aufgestellt werden. Darauf basierend sollten zudem alle kostenintensiven, betriebswirtschaftlich ineffizienten und invasiven Methoden, soweit sinnvoll und realisierbar, ersetzt werden. Eine Kombination objektiver (messbarer) und subjektiver Parameter sollte dem Assessment die nötige Robustheit verleihen.

Der Test verlangte nach hoher Validität, die im Weiteren nur durch (auf diesem Projekt aufbauenden) Verlaufsuntersuchungen gestützt werden könnte, da eine echte, klinische Referenzgröße der Prävalenz einer Malnutrition fehlte. Die richtige Einschätzung, sowie eine Prognose und mögliche Intervention werden dadurch erschwert.

---

<sup>1</sup> World Health Organisation

<sup>2</sup> Malnutrition Assessment and Therapy for gerontologic patients

## Hintergrund und Ziele

---

Folgende Kriterien sollte das zu entwickelnde Instrument „*idealerweise*“ aufweisen:

<b>Multizentrisch</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Im Krankenhaus (stationär/ambulant) bei Aufnahme einsetzbar</li><li>▪ Ausbaufähig für das Langzeitmonitoring des Ernährungszustandes</li><li>▪ Free living elderly: Routinecheck/Verlaufsdagnostik, ambulant durch niedergelassene Ärzte</li><li>▪ Ambulante Pflege, Alten- und Pflegeheime: Verlaufs- und Effizienzkontrolle</li><li>▪ Berufsgruppenunabhängige Bedienungseigenschaften</li></ul>
<b>Simpel</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ökonomische Eingabe (Buttons, Schieberegler, Drop-Down-Boxen, Scrolling, STRG-Funktion(en) für Mehrfachantworten)</li><li>▪ Einschätzung des Risikos anhand einfacher Punktescores (<b><i>BASIS-</i></b>, <b><i>PROGNOSTISCHER-</i></b>, <b><i>GESAMTSCORE</i></b>)</li></ul>
<b>Ökonomisch</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Niedriger apparativer, analytischer, geringer Kosten- und Personalaufwand</li><li>▪ Nicht mehr Zeitaufwand als eine kurze, körperliche Untersuchung</li></ul>
<b>Dokumentierbar</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Gewichtsverlaufsdarstellung (grafisch, tabellarisch)</li><li>▪ Reliabel (zuverlässig)</li><li>▪ Druckfertige Sitzungsübersichten für das Therapiemonitoring</li></ul>
<b>Justierbar</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Möglichkeit der subjektiven Einschätzung und Korrektur (Schieberegler-Funktion)</li></ul>
<b>Zeitgemäß</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Computergestützt, komplexe Berechnungen laufen im Hintergrund ab</li><li>▪ Verarbeitung und Archivierung großer Datenmengen</li><li>▪ Möglichkeit der ID-Verschlüsselung (Datenschutz)</li><li>▪ Mehrplatzlizenz- und Serverfähig, Internetanbindung, Nutzung frei erhältlicher Distributionen</li></ul>

Tab. 1.2: Idealtypische Funktionalität des geplanten Assessmenttools (*geroMAT*) – multizentrisch, simpel, ökonomisch, dokumentier- und justierbar, zeitgemäß

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Das Projekt *geroMAT*

Das Gesamtprojekt zur Softwareentwicklung gliederte sich in die drei Teilprojekte *TI-III* und die Endanalysen für *geroMAT* (Kap. 3.2).

##### Operationalisierung und Projektziele (Teilprojekte *TI-III* und *geroMAT*)

**II** Das Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup> Tool (Kap. 3.5.1) beschrieb den (aktuellen) „IST“-Ernährungszustand des Probanden und diente in der Studie sowohl als Referenzklassifikation als auch zur Formulierung einer dichotomen Zielgrösse (Kap. 4.1.2).

Daraus ergaben sich zu Beginn folgende Fragen:

- Wie gestaltet sich die MNA<sup>®</sup>-Scoreverteilung innerhalb der untersuchten Gesamtstudienstichprobe?
- Reicht die Kurzversion (MNA<sup>®</sup>-SF) des MNA<sup>®</sup> aus, um ein Risiko abzubilden?
- Welchen Anteil haben die Einzelassessments (MNA<sup>®</sup>-QS) am MNA<sup>®</sup>-Score?
- (Wie kritisch ist mit dem MNA<sup>®</sup> als Referenzmethode des rekrutierten Kollektivs umzugehen?)

**III** Biochemische Analysen und Methoden aus der Feldforschung, wie die Anthropometrie und die Bioelektrische Impedanzanalyse, bilden den aktuellen Ernährungszustand erfahrungsgemäss recht gut ab, sind aber zeitaufwendig, personal- und kostenintensiv, teilweise sogar invasiv.

Deshalb lag der Schwerpunkt dieses Studienabschnitts auf der Beantwortung folgender Fragestellungen:

- Wie aussagekräftig sind die Parameter der klinisch- analytischen Diagnostik im Hinblick auf die Risikoeinschätzung mit der Referenzmethode (MNA<sup>®</sup>)?
- Inwieweit weisen die Variablen untereinander einen Zusammenhang auf und wie können Aufwendige im Hinblick auf eine leichtere Anwendbarkeit in *gero-MAT* durch simplifizierte Methoden/Indikatoren ersetzt werden?

**III** Ernährungserhebungen wie der *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) oder die Diet History sind im Allgemeinen sehr detaillierte und zeitintensive Methoden. Mit dem an der Universität Hohenheim entwickelten Kurzfragebogen (*HKF*) sollte die Häufigkeit verzehrter Lebensmittelgruppen mittels Mustervariable (metrisch skaliert) beschrieben und so die in der Studienstichprobe vorherrschenden Ernährungsgewohnheiten abgebildet werden. Die Generierung des Musters sollte über die üblichen Methoden hinausgehen. Dies konnte mit dem modifizierten Modell *HKF/M.G8* (Kap. 3.5.5) gewährleistet werden.

Der *HKF/M.G8* wurde nach folgenden Kriterien ausgewertet:

- Wie stellt sich die Ernährungssituation der Senioren innerhalb der Gesamtstichprobe dar?
- Können (*HKF*-) Cut-off-Werte zur Risikobewertung nach der Referenzmethode (MNA) bestimmt werden?
- Ist der *HKF* ein geeignetes Instrument zum Einsatz in *geroMAT* (Praktikabilität)?

Weiter wurden sämtliche Variablen der Nahrungsaufnahme und Essbiographie, sowie nicht- nutritive, aber den Ernährungszustand indirekt beeinflussende Faktoren, erfasst.

Hiermit sollte primär eine Fragestellung gelöst werden:

- Inwieweit kann mit diesen, meist subjektiven Variablen das Mangelernährungsrisiko abgebildet werden?

### **geroMAT** - Modellentwicklung

Aus den Teilprojekten *II-III* wurden potentielle Indikatoren einer Mangelernährung selektiert, gewichtet und neue Modelle (*MI, MII*) formuliert.

In die Entwicklung flossen ein:

- Selektierung und Definition der „Features“ und (optionalen) „Zusatz-Features“
- Vorhersage eines Mangelernährungsrisikos (nach „RiskMal“<sup>1</sup>)
- Beschreibung des Ernährungszustandes (nach MNA<sup>®</sup>)

<sup>1</sup> Neue, für die Studie formulierte, dichotome Variable zur Abbildung eines Mangelernährungsrisikos (Zwei Ausprägungen: 0 = kein Risiko, 1 = Risiko)

### 3.2 Studiendesign und Einbettung der Teilprojekte in die Gesamtstudie

Bei der beschriebenen Studie handelte es sich um eine (offene) kooperativ-multizentrisch angelegte, klinisch- experimentelle Querschnittsstudie. Die Untersuchung war auf das Vorhaben der Entwicklung eines neuen, diagnostischen Assessmentinstrumentes („geroMAT“) ausgerichtet.

Zur Erlangung einer hohen Datenqualität wurde deshalb die Stichprobengröße von N=150 Senioren an verschiedenen Standorten *prospektiv* erhoben (Tab. 3.1.).

Tab. 3.1: Standorte und Träger der Einrichtungen für die Rekrutierung der Studienpopulation

Bundesland	Stadt/Kreis	Träger	Name der Einrichtung
Baden-Württemberg	Ulm/ Alb-Donau- Kreis	Rehabilitationskrankenhaus Ulm – Eselsberg (RKU)	Klinik für Neurologie, Gedächtnisambulanz
Baden-Württemberg	Ulm/ Alb-Donau- Kreis	Universität Ulm	Klinik für Innere Medizin I: Station 2 a/b
Baden-Württemberg	Ulm/ Alb-Donau- Kreis	Katholische Kirchengemeinde St. Georg/Ulm	Alten- und Pflegeheim St. Anna Stift (mit Tagespflege)

Mit der Rekrutierung in unterschiedlichen Einrichtungen sollten neben selbständig lebenden Senioren (Gedächtnisambulanz) sowohl ambulant betreute (Tagespflege St. Anna-Stift), wie auch institutionalisierte (Alten- und Seniorenstift St. Anna) und hospitalisierte (Klinik für Innere Medizin I; Endokrinologie/ Gastrologie) Probanden berücksichtigt werden.

Der Untersuchungszeitraum belief sich auf 24 Monate (Abb. 3.1):

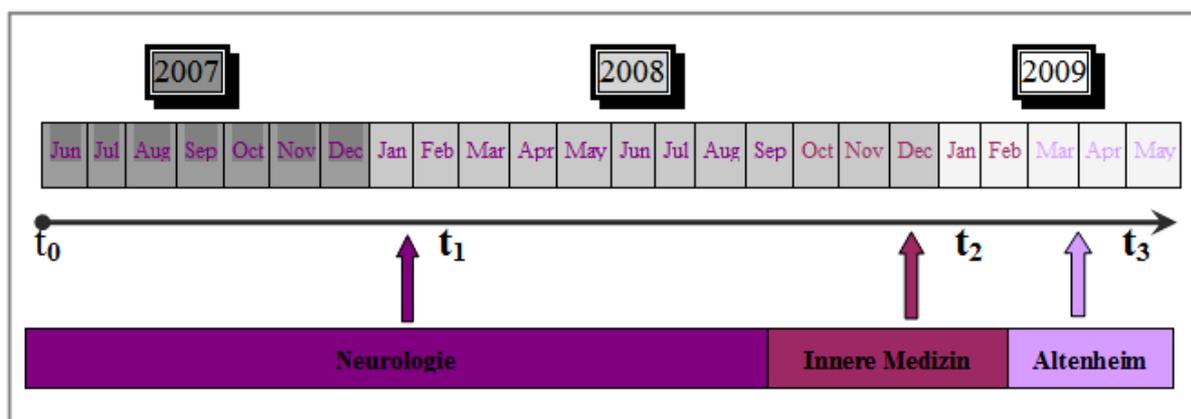


Abb. 3.1: Darstellung des zeitlichen Studienverlaufs (24 Monate) der prospektiven Datenerhebung an verschiedenen Standorten des Alb-Donau-Kreises (Juni 2007 bis Mai 2009) - Der obere Balken kennzeichnet die Zugehörigkeit der Monate zu den Jahren, der untere die Studiendurchführung an verschiedenen Standorten,  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  die Zeiträume der Untersuchung.

Das Gesamtprojekt *geroMAT* gliederte sich in drei Teilprojekte (*TI-TIII*) und die Phase der Modellentwicklung. *TI-TIII* dienten der beobachtenden, hypothesengenerierenden und experimentellen Ermittlung der Variablen. Primäre Indikatoren einer Malnutrition als auch deren Confounder sollten hierbei identifiziert werden (Abb. 3.2):

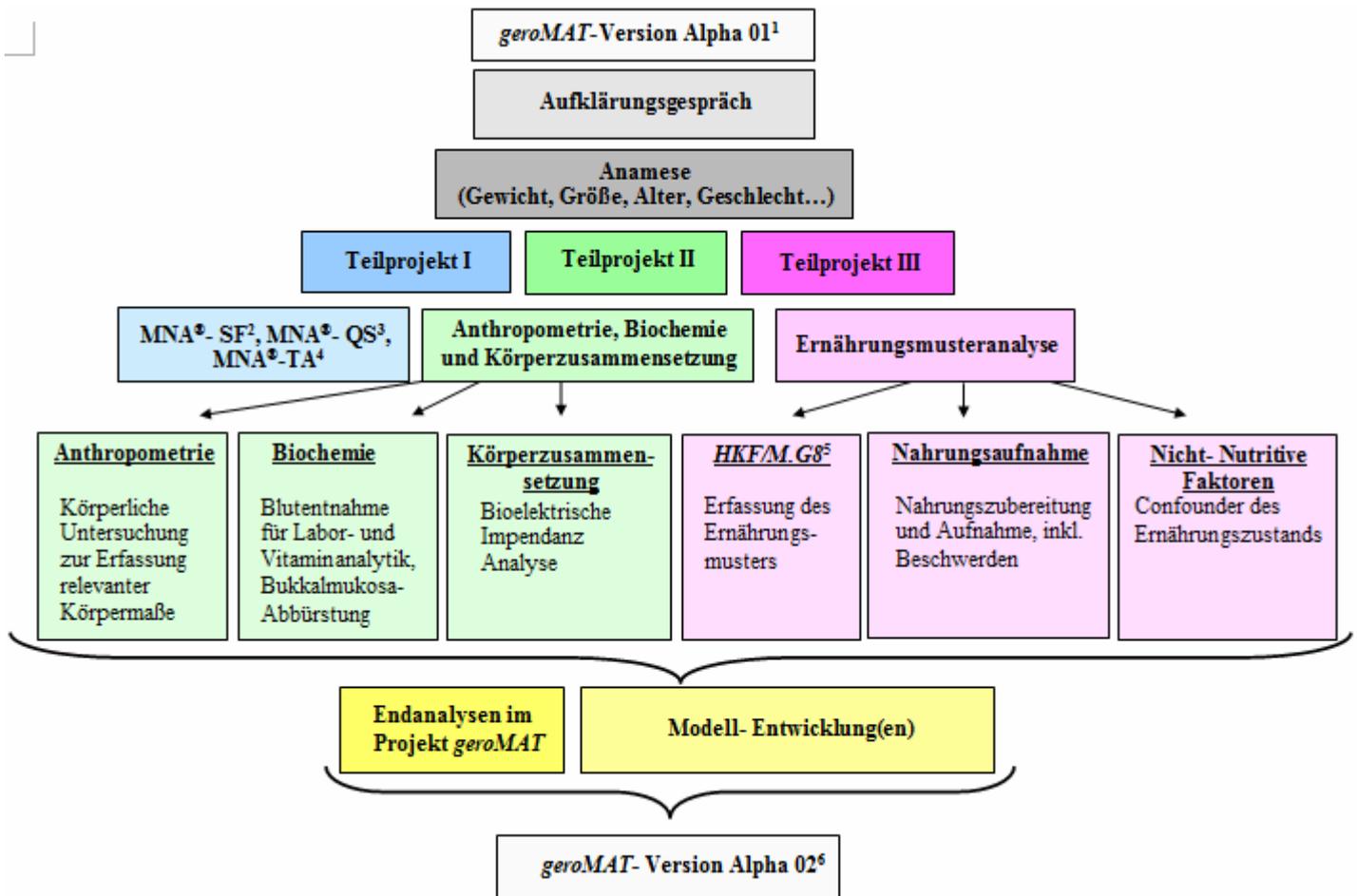


Abb. 3.2 : Einbettung der Teilprojekte (*TI-TIII*) in das Gesamtvorhaben der „*geroMAT*“-Softwareentwicklung - Übersicht über Untersuchungen und Inhalte der einzelnen Studienabschnitte

In *TI* wurde mit Hilfe des MNA<sup>®</sup> (Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>, Kap. 3.5.1) der Ernährungszustand der Teilnehmer gescreent. Die Dokumentation eines breiten Spektrums qualitativer und quantitativer, „klinisch“ messbarer Größen war Ziel von *TII*. Im letzten Teilprojekt *TIII* wurde der *HKF* (Kap. 3.5.5) als „Ersatzinstrument“ für detailliertere, zeitintensivere Erhebungsmethoden wie FFQ's (Food Frequency Questionnaire's) und Diet Histories eingesetzt. Angaben über die Nahrungsaufnahme (Kap. 3.5.6), sowie nicht-nutritive, aber den Ernährungszustand beeinflussende Faktoren (Kap. 3.5.7), wurden ergänzend aufgenommen. **Der zeitliche Aufwand der Untersuchung betrug etwa 90 Minuten pro Patient.**

<sup>1</sup> Eingabefähige Grundmaske („View“-Ebene)

<sup>3</sup> MNA<sup>®</sup>- Questions: Einzelassessments

<sup>5</sup> Hohenheimer Kurzfragebogen/Modell.Geriatrie 8

<sup>2</sup> MNA<sup>®</sup>- Short Form: Voranamnese

<sup>4</sup> MNA<sup>®</sup>- Total Assessment: Gesamtscore

<sup>6</sup> Ausblick auf eine weiterentwickelte *geroMAT*-Version

### 3.3 Rechtliche Aspekte und Studieneinschluss

Für die Durchführung des Gesamtprojektes „*geroMAT*“ wurde ein Antrag (Nr. 224/07) gemäß der Richtlinien der Ethikkommission der Universität Ulm<sup>[19]</sup> gestellt. Dieser wurde seitens des Quorums mit einem positiven Votum bewertet. Aufgrund minimaler Änderungen bei der Wahl der Studienstichprobe wurden zwei ergänzende Amendments eingereicht. Für beide wurden positive Vota erteilt.

Innerhalb des Untersuchungszeitraums (06/07-05/09) wurden alle ambulanten Patienten der Gedächtnisambulanz (06/07-09/08), sowie sämtliche stationär aufgenommenen Patienten der Inneren Medizin I (10/08-02/09) über die Möglichkeit einer Studienteilnahme informiert. Bewohner des Alten- und Pflegeheims (inkl. der Tagespflege) konnten sich in einer Veranstaltung zur Studienpräsentation einen ersten Eindruck verschaffen (03/09-05/09).

Vor Projektbeginn wurden ambulante Teilnehmer durch die Oberärztin der Gedächtnissprechstunde, hospitalisierte Patienten vom behandelnden Stationsarzt, institutionalisierte Senioren von autorisierten Mitarbeitern der Universitätsambulanz über den Ablauf und die Hintergründe der Studie unterrichtet. Hierfür wurde ein Aufklärungsschreiben ausgehändigt (Anlage VZ.8a). Für alle Probanden bestand die Möglichkeit, sich über Risiken und Gefahren einer möglichen Teilnahme zu informieren. Bei Teilnehmern, für die aufgrund eingeschränkter sprachlicher oder intellektueller Fähigkeiten ein gesetzlicher Vertreter bestellt war, wurde dieser ersatzweise aufgeklärt und um eine schriftliche Zustimmung gebeten. Hierfür waren spezielle Aufklärungsschreiben und Einwilligungensformulare (Anlage VZ.8b) vorgesehen. Schriftliche Einwilligungen jedes Teilnehmers wurden eingeholt. Aus dem Probandengut ausgeschlossen werden mussten Senioren:

- unter 60 Jahre(n)
- mit Akuterkrankungen oder konsumierenden Erkrankungen (wie AIDS, manifesten Tumorleiden, etc.)
- mit implantiertem Kardioverter-Defibrillator, Nahtmaterial am Herzen oder Herzschrittmacher
- die dialysiert wurden
- welche an einer laufenden oder in den letzten zwei Wochen an einer anderen Studie teilgenommen hatten
- die nicht in der Lage waren, Inhalte und Risiken der Studie nachzuvollziehen und keinen gesetzlichen Vertreter bestellt hatten
- mit großer Angst vor Blutentnahmen oder (Schleimhaut-) Abstrichen

## Material und Methoden

---

Die Autorin wurde vor Projektbeginn von der Oberärztin der Gedächtnisambulanz über die Datenschutzvereinbarungen des Universitätsklinikums Ulm<sup>[20]</sup> aufgeklärt. Sämtliche Daten und Ausdrücke wurden sofort nach Erhebung verblindet und in allen schriftlichen und digitalen Datensätzen nur unter Angabe einer Identifikationsnummer geführt. Der Entschlüsselungscode, sowie die originalen „Case Report“-Formulare wurden in abschließbaren, nicht frei zugänglichen Räumen der neurologischen Ambulanz gelagert.

Die generierten Daten wurden nach der Auswertung sowohl in der Patientenakte der Klinik(en) hinterlegt, als auch in eine ambulanzinterne Accessdatenbank eingespeist. Diese war passwortgeschützt und nur den Projektverantwortlichen zugänglich. Zudem wurde von der Autorin eine weitere Datenbank in SPSS<sup>®</sup> 16.0 mit dem Zweck der statistischen Analyse geführt (Anlage DVD.3).

Auf Wunsch des jeweiligen Teilnehmers wurde ein Termin zur persönlichen Ergebnisbesprechung mit der Autorin oder ein postalischer Bericht an den Hausarzt vereinbart. Bewohner des Seniorenstiftes erhielten einen schriftlichen Abschlussbericht. Die Gesamtergebnisse wurden der Pflegeleitung und dem Sozialen Dienst in Form einer Präsentation zugänglich gemacht.

### 3.4 Charakterisierung der Studienpopulation

In der beschriebenen Studie wurden alters- und geschlechtsdifferente Personen im Seniorenalter, d.h. über 60 Jahre, untersucht. Im Vorfeld wurde die Stichprobe auf 150 Teilnehmer festgelegt. Die Rekrutierung erfolgte per Zufallsverfahren an verschiedenen Standorten (Tab. 3.1). Dabei wurden 117 Patienten der neurologischen Ambulanz, 9 der Inneren Medizin und 24 Senioren eines Alten- und Pflegeheims (inkl. Tagespflege) erfasst.

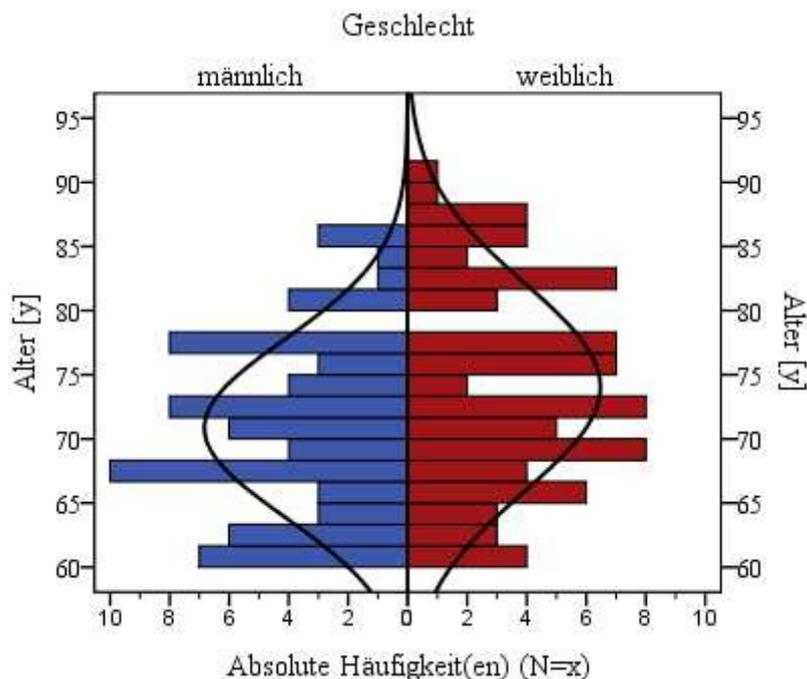


Abb. 3.3: Geschlechtsspezifische Darstellung der Altersstruktur des geriatrischen Gesamtkollektivs (N=150) – Populationspyramide mit Normalverteilungskurve (—)

Wie aus Abb. 3.3 ersichtlich, waren die Geschlechter innerhalb der Stichprobe (N=150) mit 71 Männern (47%) und 79 Frauen (53%) annähernd homogen verteilt. Das mittlere Alter lag bei  $72,53 \pm 7,71$  Jahre(n) (Median = 72 [y]). Die jüngsten Teilnehmer waren 60 (5%), die älteste Teilnehmerin 91 Jahre alt. Rekrutierte Frauen waren um 5% älter (MW=75,02 [y]) als die Männer (MW=70,84 [y]).

Der Einordnung nach VOLKERT (1996)<sup>[97]</sup> zur Folge fielen 46% der Teilnehmer unter die Bezeichnung „Ältere/betagte Menschen“, 36% waren „hochbetagt“ und nur eine Probandin (0,7%) galt als „Höchstbetagte“. „Langlebige“ Menschen im Alter von über 100 Jahren waren nicht Teil dieses Kollektivs.

Für die statistisch einfachere Darstellung des Alters wurde in dieser Untersuchung eine Dekadengruppierung vorgenommen, wobei die Anzahl der *vollendeten* Lebensjahre ausschlaggebend für die Gruppenzuordnung war.

## Material und Methoden

---

In die Gruppe der 60-69 Jährigen wurden 60 (40%) Senioren eingeschlossen, zu den 70-79 Jährigen konnten 61 (40%) gezählt werden, während 28 (18%) in die Gruppe der 80-89 Jährigen eingestuft wurden. Das Schlusslicht bildete die Gruppe der über 90-Jährigen mit nur einer (0,7%) Studienteilnehmerin.

Gleich nach Screeningbeginn wurde die Stichprobe in die drei „Ernährungszustände“ (MNA<sup>®</sup> I-III) unterteilt und im Weiteren unter deren Berücksichtigung geführt (Tab. 3.2).

Tab. 3.2: Primäre Einteilung des Gesamtkollektivs (N=150) anhand des unterschiedlichen Mangelernährungsrisikos in die einzelnen „Ernährungsklassen“ – Assessmentmethode: Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>

MNA <sup>®</sup> [Punkte]	> 23,5 [Punkte]	17,0 - 23,5 [Punkte]	< 17,0 [Punkte]
Klassifikation	normal ernährt	Risiko für Mangelernährung	mangelernährt

### 3.5 Untersuchungsinstrumente und -Methodik

Das gesamte generierte und im folgenden dargestellte Datenmaterial wurde schriftlich in einem „Case-Report“-Formular festgehalten. Die Variablen [Var(X)] wurden mit dem Zielkriterium „RiskMal<sup>1</sup>“ (Kap. 4.1.2) verglichen, sowie auf Zusammenhänge untersucht.

#### 3.5.1 MNA<sup>®</sup>- Mini Nutritional Assessment

Zu Studienbeginn musste zunächst ein passendes Referenzinstrument bestimmt werden, dessen Einsatz zur Entwicklung des neuen, computergestützten Assessments aus wissenschaftlicher Sicht als Methode befürwortbar war. Gründe für die Wahl des Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>-Tools werden im Folgenden beschrieben:

##### Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup> (MNA<sup>®</sup>)

Das MNA<sup>®</sup> (Anhang VZ.6) ist ein Screening-/und Assessment-Tool für Personen über 65 Jahre(n)<sup>[116]</sup>. Es wurde in einer Kooperation des Nestlé-Forschungszentrums Lausanne (Schweiz), des Clinical Nutrition Programms der Universität New Mexico (USA) und der Klinischen Gerontologie des Klinikums Toulouse (Frankreich) entwickelt und 1991 einer ersten, klinischen Prüfung (Toulouse) unterzogen<sup>[32],[128]</sup>. Dabei ergab sich ein signifikanter Zusammenhang, v.a. im Bezug auf einen reduzierten Albuminspiegel und Gewichtsverluste<sup>[130]</sup>. Später wurden auch Zusammenhänge mit der Höhe des Phasenwinkels, der Trizephhautfaltendicke und des CRP (C-Reaktiven Proteins) beschrieben.

Validierungsuntersuchungen mit der Qualität diagnostischer Genauigkeitsstudien (STANDARDS for the Reporting of Diagnostic accuracy studies-Checkliste)<sup>[21]</sup> wurden durchgeführt<sup>[22],[23]</sup>. Die Sensitivität des Assessments betrug dabei 96%, die Spezifität 98%. Das OPV (Overall Predictive Value) lag bei 97%.

##### Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>- Short-Form (MNA<sup>®</sup>-SF)

1993 wurde zusätzlich die MNA<sup>®</sup>-SF [Pkt.] als Screeningtool und Voranamneseinstrument an 120 Personen getestet<sup>[129]</sup>. Später wurde die Aussagekraft der MNA<sup>®</sup>-SF mittels retrospektiver Analyse auf der Datengrundlage der Vollversion überprüft<sup>[22]</sup>. MUHR-BECKER et al. beobachteten eine Sensitivität von 97,9% und eine Spezifität von 100% bei einer prädiktiven Genauigkeit von 98,7% des MNA<sup>®</sup>-SF im Bezug auf den Gesamtscore.

1997 empfahlen MORLEY ET AL. das MNA<sup>®</sup> als „...goldstandard for the diagnosis of protein-energy malnutrition in older persons. ...“<sup>[131]</sup>. Insgesamt unterstützen bis heute über 400 Studien verschiedenster Länder und Populationen (free-living, hospitalisiert, prä-/post-OP, Rehabilitation, institutionalisiert) mit ihren Ergebnissen das MNA<sup>®</sup> als Referenzstandard geriatrischer Diagnostik.

---

<sup>1</sup> Neue, für die Studie formulierte, dichotome Variable zur Abbildung eines Mangelernährungsrisikos (Zwei Ausprägungen: 0 = kein Risiko, 1 = Risiko)

Es wird sowohl in den Leitlinien der DGEM (Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin), als auch vom MDK (Medizinischen Dienst der Krankenkassen) als Instrument für die Einschätzung des Ernährungszustands in Forschung und Praxis empfohlen. Zudem basiert es auf einer ein-dimensionalen, zuverlässigen Skalenkonsistenz.

### Die Risikobewertung erfolgte in zwei Stufen:

Aus der MNA<sup>®</sup>-SF erhielt man den sogenannten „*Screening Score*“ mit maximal 14 erreichbaren Punkten. Dieser ergab sich aus 6 Fragen (A-F). Ein Score unter (oder gleich) 11 Punkten zeigte eine mögliche Mangelernährung an.

Das eigentliche MNA<sup>®</sup>-Assessment, *die Hauptanamnese*, gliederte sich in 12 Fragen (G-R) und wird normalerweise bei einem MNA<sup>®</sup>-SF-Ergebnis von  $\leq 11$  Punkten durchgeführt.

Das MNA<sup>®</sup>-TA (MNA<sup>®</sup>- Total Assessment) dauerte ca. 12 Minuten und beschrieb den „Gesamtscore“ als die Summe aus 18 Items (A-R) einer eindimensionalen Skala.

$$\text{MNA}^{\text{®}}\text{-TA} = \sum \text{MNA}^{\text{®}}\text{-Short Form} + \text{MNA}^{\text{®}}\text{- Assessment}$$

Sowohl die MNA<sup>®</sup>-SF als auch das MNA<sup>®</sup>-TA wurden bei allen rekrutierten Teilnehmern der vorliegenden Studie durchgeführt. Um die Präzision der Untersuchung zu erhöhen und die Fehlermöglichkeiten zu reduzieren, arbeitete sich die Autorin nach den Vorgaben der MNA<sup>®</sup>-Manuals („*A Guide to Completing the Mini Nutritional Assessment*“ -Nestlé-Nutrition Institute, Schweiz)<sup>[24],[25]</sup> ein. Abschließend wurden die Scores der Einzelassessments berechnet:

### Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup> - Einzelassessments (MNA<sup>®</sup> - QS<sup>1</sup>)

Zuletzt war das MNA<sup>®</sup> in MNA<sup>®</sup>-QS [Pkt.] teilbar. Auch hierzu sind Studien bekannt, die den Anteil der einzelnen Assessments und deren Gewichtung am Gesamtindex überprüften<sup>[60]</sup>.

Tab. 3.3: Separierte Einzelassessments (MNA<sup>®</sup>-QS: MNA<sup>®</sup>-Questions) des MNA<sup>®</sup> - AA, GA, DA, SA

Assessment	Anthropometrisch <sup>1</sup>	Allgemein <sup>2</sup>	Diätetisch <sup>3</sup>	Subjektiv <sup>4</sup>
Einzelfragen <sup>*</sup>	4 (22%)	6 (33%)	6 (33%)	2 (11%)
Fragenkennzeichnung	B, F, Q, R	C, D, E, G, H, J	A, J, K, L, M, N	O, P
Maximale Punktezahl <sup>*</sup>	8 (26,67%)	9 (30%)	9 (30%)	4 (13,33%)

<sup>\*</sup> N=x/(% des Gesamtscores)

<sup>3</sup> DA= Dietetic Assessment

<sup>1</sup> AA= Anthropometric Assessment

<sup>4</sup> SA= Subjective Assessment

<sup>2</sup> GA= General Assessment

→ Die MNA<sup>®</sup>- Daten wurden in einem separaten MNA<sup>®</sup>-Formular schriftlich erfasst.

---

<sup>1</sup> MNA<sup>®</sup>-Questions

### 3.5.2 Anthropometrische Messungen

Grundlage jeder Einschätzung des Ernährungszustandes ist die Anthropometrie als Wissenschaft der Maße und Proportionen der menschlichen Physis. Sie stellt eine einfache, nicht invasive Methode zur Bewertung von u.a. Muskel- und Fettmasse an definierten Körperpunkten dar.

Zur Gewinnung von Maßen hoher, reproduzierbarer Datenqualität ist eine eindeutig definierte, gleichbleibende Meßtechnik nötig. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten wurden die Messungen nach gründlicher Einweisung, unter Bemühung der Einhaltung stets gleicher Bedingungen, von der Autorin durchgeführt. Zur Einschätzung der Ergebnisse war die Orientierung an Richtwerten und Normwert-Perzentilen einer Standardpopulation nötig. Hierfür wurden die in den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin aufgeführten Tabellen<sup>[2]</sup> herangezogen.

#### **Körpergröße (KG), Körpermasse (KM), Body-Mass-Index (BMI) und Gewichtsverlust (KMV)**

Die KG [m] wurde mit einem handelsüblichen Meterstab auf 1cm genau vermessen. Dabei stand der Proband in gerader Position mit dem Rücken und den Fersen bündig zur Wand. Mit einem Lineal wurde die Horizontale in Scheitelhöhe an der Wand markiert und die Größe am Meterstab abgelesen.

Die KM (= Körpergewicht) [kg] wurde am Studientag ohne Schuhe, leicht bekleidet erhoben. Sie wurde mit einer geeichten, digitalen Personenwaage der Firma Seca (Seca bellissima 841/Feineinstellung 100g/0,2lb/Messgenauigkeit: ±0,5%) auf 0,1 kg genau ermittelt. Für die (Rest-) Bekleidung wurde(n) 0,5 kg vom Ergebnis subtrahiert.

Da keine bettlägerigen Senioren erfasst wurden und Probanden mit Rollstuhl für die Zeit der Vermessungen kurzzeitig aufstehen konnten, waren keine speziellen Gerätschaften oder Zusatzmaße (Kniehöhe) nötig.

Zuletzt wurde ein ungewollter KMV [kg/%] innerhalb der letzten drei und sechs Monate abgefragt. Nach MORRISON UND HARK wurde ein Verlust von über 10% in sechs Monaten als signifikant graduiert.

Aus den bekannten Daten wurde der Body Mass Index (BMI) als international weit verbreitetes und von der WHO (1998) empfohlenes Maß zur groben Einschätzung des Ernährungszustandes bestimmt. In Beziehung zur Körpergröße wird hier das relative Körpergewicht errechnet.

$$BMI \left[ \frac{kg}{m^2} \right] = \frac{\text{Körpergewicht}[kg]}{(\text{Körpergröße}[m])^2}$$

Der Klassifizierung des BMI wurden zwei verschiedene Beurteilungsschemata zugrunde gelegt. Die altersadaptierte Klassifizierung der ESPEN (2000), und die der WHO (2000), die nicht altersspezifisch ist.

Tab. 3.4: Klassifikation(en) des Body Mass Index [kg/m<sup>2</sup>] – a) altersadaptiert (ESPEN), b) altersunabhängig (WHO)

Klassifikation	a) BMI [kg/m <sup>2</sup> ] nach ESPEN (altersadaptiert)	b) BMI [kg/m <sup>2</sup> ] nach WHO (altersunabhängig)
Untergewicht	--	< 18,5
Schwere Malnutrition	< 18,5	--
Leichte Malnutrition	18,5-19,9	--
Risiko einer Mangelernährung	20,0-21,9	--
Normalgewicht	22,0-26,9	18,5-24,5
Präadipositas	27,0-29,9	25,0-29,9
Adipositas I <sup>1</sup>	> 29,9	30,0-34,5
Adipositas II	--	35,0-39,9
Adipositas III	--	> 40,0

<sup>1</sup>nach WHO

Das Ergebnis wurde zusätzlich mit der jeweiligen 10. Perzentile (Prz.) verglichen. (MENSINK 1998, 2001)<sup>[132]</sup>.

**Oberarm (OAU)- und Wadenumfang (WU), Trizepshautfaldendicke (THF)**

Der OAU [cm] wurde im Stehen am entspannten, locker herabhängenden nicht dominanten Arm gemessen. Zunächst wurde zwischen dem Acromion (Schulterpunkt) und dem Olecranon (Ellenbogenpunkt) über dem Musculus biceps brachii eine Markierung in Höhe der Bizepale (vorderer Oberarmpunkt) mit einem Stift angebracht. Der Umfang wurde mit einem handelsüblichen 1,5 Meter langen Maßband zur Vermessung konvexer Formen auf 1cm genau gemessen. Aus drei Messungen wurde Ø OAU [cm] berechnet. Als Cut-off wurde die 10.Prz. genutzt (FRISANCHO 1981)<sup>[26]</sup>. Da nach FRISANCHO keine Perzentilen ab dem 75. Lebensjahr vorliegen, wurde der Verlauf der 10. Prz. (über 75y) durch Extrapolation konstruiert. Für Männer lag sie bei 25,1 [cm], für Frauen bei 24,7 [cm].

Der WU [cm] wurde (3x) mit dem Maßband der Oberarmvermessung an der dicksten Stelle der nicht-dominanten Wade in sitzender Grundhaltung, mit auf dem Boden aufsitzenden Füßen, bei 90° Abwinkelung der Beine und paralleler Oberschenkelstellung vermessen und Ø WU [cm] berechnet.

Mittels Kalipometrie wurde die THF [mm] mit einem kalibrierten (Gauge Block PIN 010729) LANGE-Präzisionskaliper (Beta Technology, Santa Cruz, Messgenauigkeit  $\pm 1\text{mm}$ , Druck  $10\text{ p/mm}^2$ , Auflagefläche  $3\text{mm}$ ) erfasst. Auch hier wurde die 10. Prz. als Cut-off genutzt. Eine Extrapolation der THF-Perzentilen war nicht nötig, da nach FRISANCHO die 10. Perzentile mit  $6\text{ mm}$  als gültig für Personen über  $25\text{ Jahre(n)}$  angegeben wurde.

Um eine hohe Messgenauigkeit zu erzielen wurden pro Proband drei Messungen vorgenommen und der Mittelwert ( $\emptyset$  THF) gebildet. Gemessen wurde auch hier in stehender Position am locker herabhängenden, nicht dominanten Arm nach der Methode von HEYMSFIELD UND FRISANCHO<sup>[26]</sup>. Hierfür wurde die Haut auf der Höhe der Oberarmmarkierung, aber dorsal, vom Musculus triceps brachii mit Daumen und Zeigefinger abgefasst und vom Muskel angehoben. Die beweglichen Meßschenkel des Kalipers wurden mit einem Druck von  $10\text{ p/mm}^2$  auf die abgehobene Hautfalte aufgesetzt und der Messwert nach ca.  $3\text{ Sekunden}$  von der eingependelten Skala abgelesen<sup>[19]</sup>.

### Armmuskelumfang (AMU) und Armmuskelfläche (AMF)

Aus den unter standardisierten Bedingungen generierten  $\emptyset$  THF- und  $\emptyset$  OAU-Werten konnten AMU [mm] und AMF [ $\text{mm}^2$ ] als Marker der Muskelmasse bestimmt werden<sup>[26]</sup>.

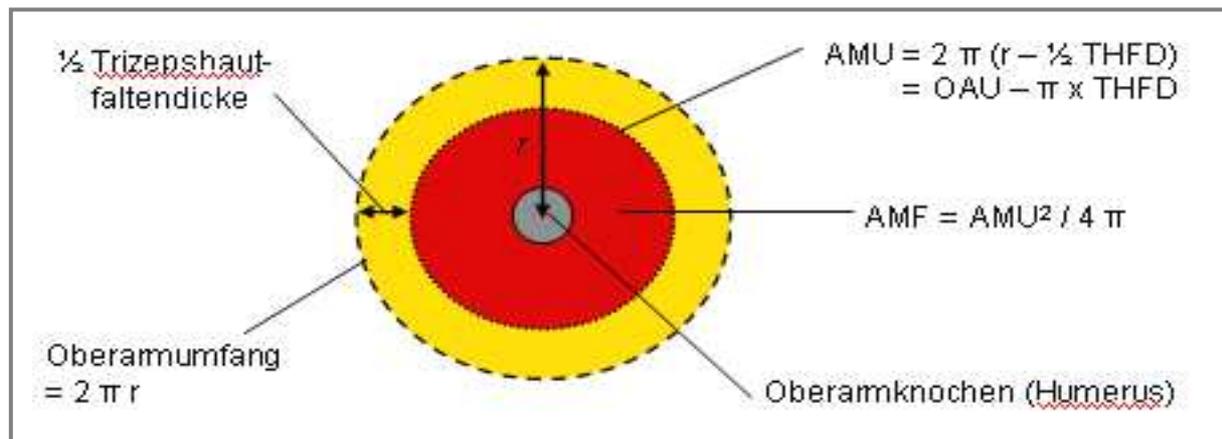


Abb. 3.4: Berechnung von Armmuskelumfang (AMU) und Armmuskelfläche (AMF), basierend auf Messungen der Trizephautfaltendicke (*hier*: THFD) und Oberarmumfang (OAU) – Erklärung anhand des zylindrischen (Arm-) Modells

Auch hier musste für Senioren über  $75\text{ Jahren}$  extrapoliert werden. Die 10. Perzentile für Männer lag bei  $22,9\text{ [cm]}$ , für Frauen bei  $19,4\text{ [cm]}$ .

### 3.5.3 Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

Sowohl der BMI als auch anthropometrische Messungen stellen brauchbare Instrumente zur Erfassung von Untergewicht und quantitativen Körpersubstanzverlusten dar, treffen aber keine qualitative(n) Aussage(n) über das Ausmaß einer Mangelernährung. Um objektive Daten zu erhalten, wurde eine Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) durchgeführt. Sie ist nicht invasiv, einfach anwendbar und setzt keine besondere Compliance seitens des Probanden voraus.

#### Physikalische Grundlagen

Die Bioimpedanzmessung beruht auf der Messung des Körperwiderstandes gegen einen durch Anlage einer Spannungsquelle hervorgerufenen, elektrischen (Wechsel-) Strom. Bei dem verwendeten BIA-Gerät handelte es sich um ein Multifrequenzgerät (MF: 5, 50, 100 kHz) mit einem Hand-/Fusswiderstand von kleiner 300 Ohm ( $\Omega$ ) und einem Sandwich-Widerstand unter 30  $\Omega$  (Anlage VZ.1). Auf Grundlage der direkten Messwerte Resistanz (R) und Reaktanz ( $X_c$ ) leitete das Gerät mittels im Hintergrund ablaufender mathematischer Algorithmen und statistischer Korrelationen die Ergebnisse ab. Diese beruhen auf einem physiologischen Drei-Komponentenmodelles (FAT, BCM, ECM) inklusive ICW und ECW. Zur Unterscheidung von R [ $\Omega$ ] und  $X_c$  [ $\Omega$ ] wurde ein phasensensitives Gerät gewählt.

$$\text{Im pendanz}(Z) [\Omega] = \text{Re sis tan z}(R) [\Omega] + \text{Re ak tan z}(X_c) [\Omega]$$

$Z$  [ $\Omega$ ] = komplexer, elektrischer Gesamtwiderstand des Körpers

$R$  [ $\Omega$ ] = Ohmscher Widerstand (imaginärer Blindwiderstand)

= elektrolythaltiger Gesamtkörperwasser-Widerstand

= v.a. Magermasse (ECM)

= physiologische Werte ( $\sigma$ : 350-650  $\Omega$ ,  $\rho$ : 400-750  $\Omega$ )

$X_c$  [ $\Omega$ ] = Kapazitärer Zellwiderstand (realer Wirkwiderstand)

= Körperzellmasse-Widerstand

= erzeugt von Protein-Lipidschicht der Zellmembranen („Kondensatoren“)

= 8-14 % des R

### Durchführung der Messung

Vorraussetzung für eine akkurate Meßtechnik ist das Einhalten gewisser Maßstäbe. Gemessen wurden nur Patienten ohne Nahtmaterial am Herzen, Hämo-/oder Peritonealdialyse oder implantiertem Kardioverter-Defibrillator. Die in dieser Arbeit untersuchten Senioren konnten nur zu unterschiedlichen Tageszeiten rekrutiert werden und waren demzufolge nicht nüchtern. Es wurde aber darauf geachtet, dass 12 Stunden vorher keine sportliche Tätigkeit ausgeführt und keine alkoholischen oder große Mengen isotonischer Getränke konsumiert worden waren.

Zur Messung wurde(n) benötigt:

- Liege
- Desinfektionsspray (Kodan<sup>®</sup> Tinktur forte farblos, Schuelke&Mayr) und Zellstofftupfer (Askina Brauncel, B. Braun)
- EKG-Elektrodengel (SPECTRA 360, Diagramm- Halbacht)
- „BodyScout“-BIA Gerät (Fresenius Medical Care Deutschland GmbH, Bad Homburg) mit LC-Anzeige und Chipkarten
- Wechselstromadapter
- Spezialelektroden mit Geloberfläche größer 4 cm<sup>2</sup> (Fresenius Medical Care, Deutschland GmbH, Bad Homburg)
- Nutrition Management Tool (NMT) Software und Chipkartenlesegerät

Die Testpersonen wurden in leichter Bekleidung, ohne Kompressionshilfen an unbedeckten Händen und Füßen auf der jeweils dominanten Körperseite in einem angenehm temperierten Raum (ca. 22 [°C]) untersucht. Hierfür mussten diese ca. 5-10 Minuten in Rückenlage in der Horizontale liegen. Die Beine waren ca. 45 [°], die Arme ca. 30 [°] vom Körper gespreizt und hatten keinen Rumpfkontakt.

Nach Sichtung der Hautbeschaffenheit wurde fettige und normale Haut desinfiziert, trockene Haut mit EKG-Elektrodengel für ca. 2 Minuten durchfeuchtet und anschließend desinfiziert.

Die Elektrodenanlage erfolgte tetrapolar (Abb.):

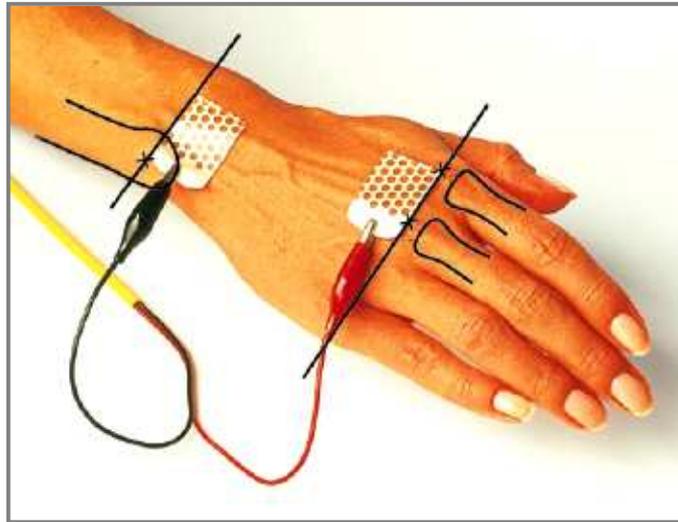


Abb. 3.5: Platzierung(en) der distalen und proximalen Handelektrode(n) für die Messung mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (*Quelle: Data Input Manual*)

Die Anbringung der Handelektroden erfolgte nach Anlage einer imaginären Linie am höchsten Punkt des Processus styloideus ulnae (Handgelenk) mit der distalen Seite der Elektrode. Distal zu einer gedachten Linie wurde am Metakarpalgelenk der Digi II und III (zweites- und drittes Fingergrundgelenk), nach vorangegangener Beugung, die zweite Signalelektrode aufgeklebt.

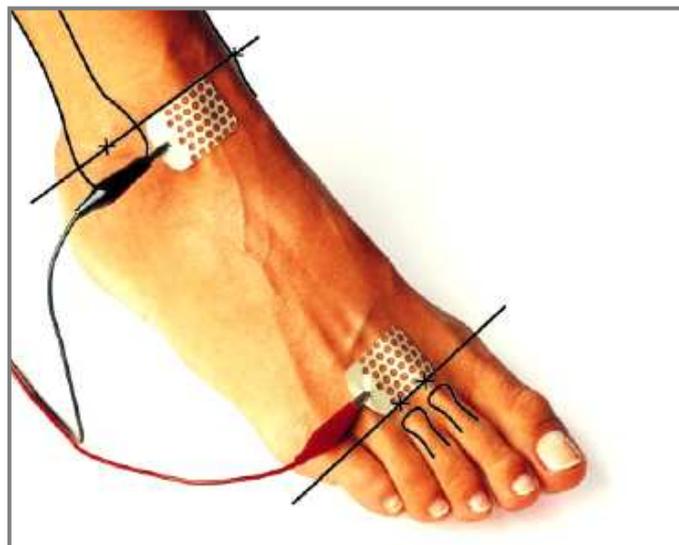


Abb. 3.6: Platzierung(en) der distalen und proximalen Fußelektrode(n) für die Messung mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (*Quelle: Data Input Manual*)

Die proximale Fußelektrode wurde auf die Horizontallinie zwischen dem medialen und lateralen Knöchel aufgebracht, während die zweite stromführende Signalelektrode durch die durch Zehen-

## Material und Methoden

---

beugung erzielte Linie über den Metatarsalgelenken der Digi II und III, mit ihrer distalen Seite aufgeklebt wurde. Die angelegten Elektroden wurden über Doppelkabel und Krokodilklemmen (rot=distale Elektrode(n), schwarz=proximale Elektrode(n)) mit dem BodyScout verbunden:

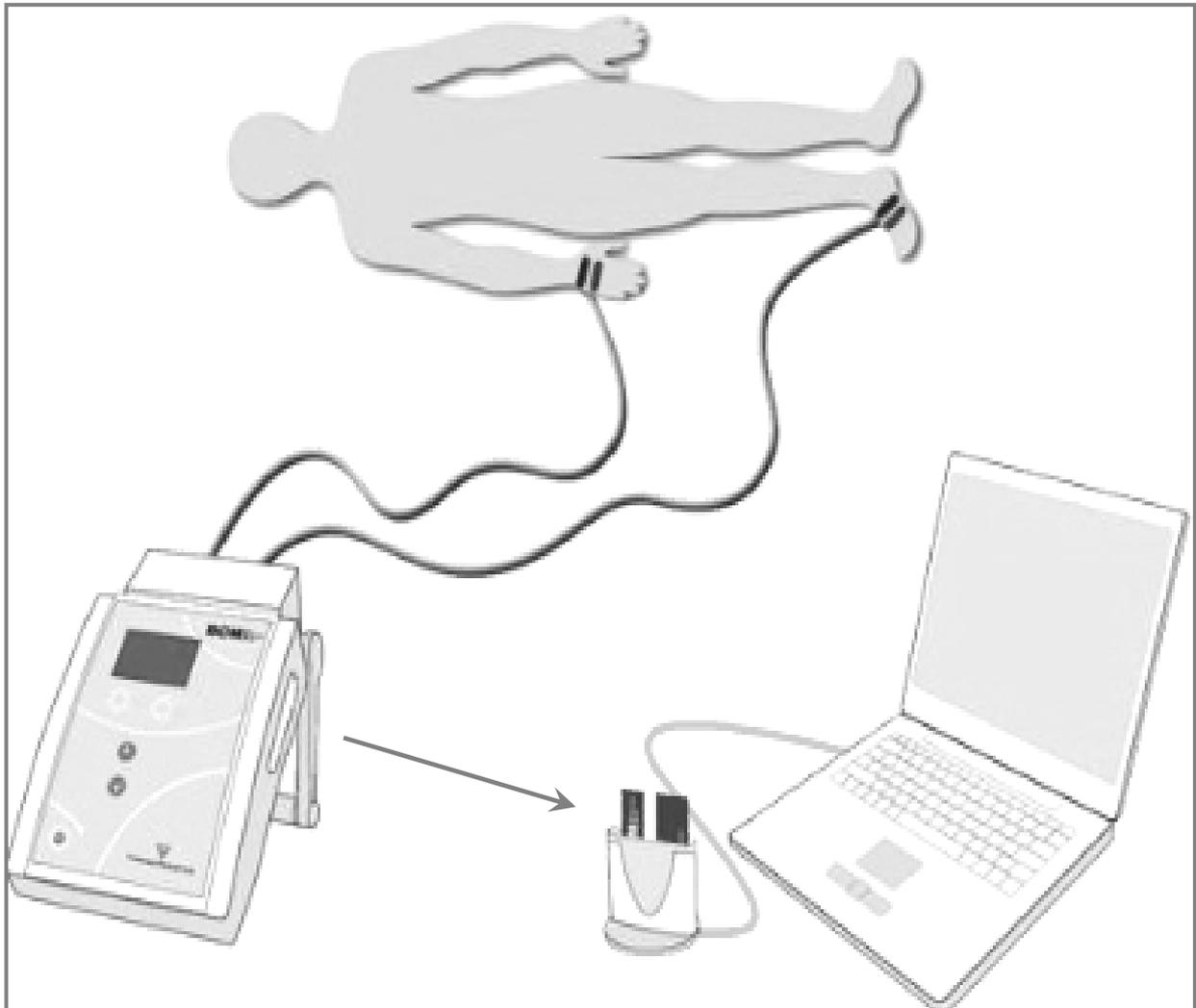


Abb. 3.7: Messanordnung und Anbindung der mobilen Auswertungsteile und des Chips (Quelle: Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Deutschland- *manuell bearbeitet*)

Vor Messungsbeginn wurde eine abschließende Lagekontrolle durchgeführt (kein Kontakt zu metallischem Material). Um Generierungsfehler durch z.B. Lagerungsverschiebungen zu vermeiden, wurden drei Messungen durchgeführt und der Mittelwert als  $\bar{\varnothing}$  (Messwert) angegeben. Die Datenerfassung- und Auswertung erfolgte mittels Speicherung auf mobile Meßchipkarten, die Auswertung mit der NMT<sup>1</sup>-Software.

---

<sup>1</sup> Nutritional Management Tool (Fresenius Medical Care)

### Messwerte

#### Phasenwinkel ( $\Phi = \varphi$ )

$\varphi$  [°] gibt Auskunft über den Zellzustand und ist so ein Marker der 1. Wahl. Die Kondensatoreigenschaften der Protein-Lipid-Zellmembranen verursachen im Organismus (= biologischer Wechselstromkreis) eine Phasenverschiebung von Spannungs- und Strommaximum, die als Phasenwinkel bezeichnet wird. Intakte, gut genährte oder trainierte Zellen mit einer hohen Membranintegrität besitzen einen hohen  $\varphi$  (>5 [°]). Dagegen zeigt ein niedriges  $\varphi$  (<5 [°]) eine geringe Zelldichte, weniger intakte Zellen mit z.B. Kohlenhydratmangel oder Wasser-/und Nährstoffverlusten an. Hydrierungsbedingte, zirkardiane Schwankungen können  $\varphi = \varphi_x \pm 0,2$  [°] betragen.

Klassifikation(en) von  $\varphi$  [°] für den “BodyScout” (Fresenius Medical Care):

> 6,0°	gut
> 5,0°	normal
< 5,0°	ausreichend
< 4,0°	mangelhaft

Aus der Messung des Phasenwinkels konnten mittels verschiedener Algorithmen der Zustand der verschiedenen Körperkompartimente und deren Indizes abgeleitet werden.

Bestimmt wurden hierbei:

- ***TBW (Total Body Water)***
- ***ECW (Extracellular Water)***
- ***ICW (Intracellular Water)***
  
- ***FFM (Fat Free Mass)***
- ***FAT (Fat Mass)***
  
- ***LBM (Lean Body Mass)***
- ***ECM (Extracellular Mass)***
- ***BCM (Body Cell Mass)***
  
- ***ECM/BCM-Index (Quotient)***
- ***ECW/ICW-Index (Quotient)***
- ***ECW/BCM-Index (Quotient)***

Die im „Nutrition Management Tool“ erfassten BIA-Daten wurden als Ausdruck an den CRF<sup>1</sup>-Bogen geheftet.

---

<sup>1</sup> Case Report Form

### 3.5.4 Biochemische Analysen und Biomarker

Im Rahmen der Studie wurden klinisch relevante hämatologische und biochemische Parameter erhoben.

#### 3.5.4.1 Blutentnahme und Aufarbeitung der Proben

##### Entnahme

Die Blutgewinnung erfolgte als venöse Entnahme. Punktiert wurde in sitzender Stellung eine der Ellenbogenvenen (V. mediana cubiti, V. cephalica, V. basilica). Nüchternheit konnte aufgrund der Erhebung zu jeweils unterschiedlichen Tageszeiten nicht gewährleistet werden. Pro Studienteilnehmer wurden sieben Monovetten (2 LiHeparin, 2 EDTA, 2 Serum, 1 Citrat) Nativblut entnommen und sofort vorsichtig geschwenkt.

Verwendetes Material:

- Ecoflor Butterfly-Perfusionsbesteck 21G mit Adapter (Dispomed, Gelnhausen, Deutschland)
- S-Monovetten nach Euronorm-Codierung EN 14820 (Sarstedt, Nümbrecht, Deutschland):  
LiHeparin (7,5 mL), EDTA (7,5 mL/2,7 mL), Serum (7,5 mL), Citrat (7,5 mL)
- Desinfektionsspray, Tupfer und Pflaster
- Staubband (Schwarz Pflegesysteme, Deutschland)
- Einmalhandschuhe, Alufolie, Abwurfbehälter, Etiketten zur automatischen Laborauftrags-Codierung

##### Probenaufarbeitung, Versand, Transport und Lagerung

Die Blutproben wurden unterschiedlich gelagert und versandt:

*Universitätslabor Safranberg<sup>1</sup> (1 LiHeparin, 1 Serum, 1 EDTA 7,5 mL, 1 Citrat)*

Die u.a. zur Messung licht- und temperaturempfindlicher Vitamine vorgesehenen EDTA und Serum-Monovetten wurden bereits vor der Blutentnahme mit Aluminiumfolie umwickelt, die EDTA-Monovette wurde auf einen Kühlakku gespannt. Dementsprechend präpariert wurden die Proben in die „Klinische Chemie“ des Klinikums transportiert.

*Medizinisches Fachlabor<sup>2</sup> (1 Serum, 1 EDTA 2,7 mL)*

Die Abholung des Materials erfolgte durch einen Laborkurier des Speziallabors am Ende jedes Untersuchungstages. Die Proben wurden im Kühlschrank gelagert (4 [°C]).

---

<sup>1</sup> Zentrale Einrichtung „Klinische Chemie“ des Universitätsklinikums, Bereichslabor Safranberg, Ulm

<sup>2</sup> „Synlab“, Medizinisches Versorgungszentrum Ulm GmbH, Gideon-Bacher-Str.3, 89073 Ulm

<sup>3</sup> Universität Hohenheim, Institut 140(a), HPLC- Labor, Emil-Wolff-Str.14, 70599 Stuttgart

### *Vitaminanalytik<sup>1</sup> (1 LiHeparin)*

Für die Vitaminanalytik wurde die mit Alufolie geschützte LiHeparin-Probe (7,5 mL) sofort nach Entnahme für 10 Minuten zentrifugiert (2.000 x g, Hettich Zentrifuge EBA35, Hettich, Tuttlingen). In die für die Ascorbinsäureanalytik vorgesehenen Reaktionsgefäße wurde je 100 µL Perchlorsäure (PCA, Reduktionsmittel, 5%) vorgelegt, um das Vitamin vor seiner irreversiblen Umwandlung in Diketogulonsäure und damit vor unspezifischem Abbau zu schützen. Der Plasmaüberstand wurde in Eppendorf-Reagenzgefäße aliquotiert und etikettiert:

- 5 x 100 µL für Vitamin C-Analytik
- 5 x 100 µL für Analytik fettlöslicher Vitamine und Coenzym Q10
- 3 x 100 µL als Rückstellproben

Auf eine zügige Arbeitsweise wurde geachtet. Die Aliquote wurden in Trockeneis schockgefroren und am selben Tag zur weiteren Lagerung<sup>2</sup> im Gefrierschrank (-80 [°C]) transportiert.

Die Überführung der Proben nach Hohenheim wurde von der Autorin durchgeführt. Um die konstante Aufrechterhaltung der Kühlkette zu gewährleisten, wurde auch dieser Transport auf Trockeneis durchgeführt.

### **3.5.4.2 Routine- und Speziallabor**

#### ***Routinelabor***

##### *Parameter und Messmethodik*

Analysiert wurden 47 klinisch interessante Parameter, die im Wesentlichen folgenden Kategorien zuzuordnen waren:

- Blutbild
- Nieren- und Leberwerte
- Parameter des Protein-/Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsels.
- Mikronährstoffe: Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente
- sowie weitere, für den Ernährungszustand interessante Marker

→ Eine detaillierte Übersicht der Parameter und deren Analysemethoden befindet sich im Anhang VX.6 und auf der Homepage der Zentralen Einrichtung „Klinische Chemie“ (ZEKCH)<sup>[27]</sup>, Uniklinikum Ulm.

Die ZEKCH ist nach DIN EN/ ISO 15189 akkreditiert und entspricht dem in der Richtlinie der Bundesärztekammer geforderten Qualitätsmanagementsystem. Regelmässige Ringversuche werden durchlaufen.

---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut 140(a), HPLC- Labor, Emil-Wolff-Str.14, 70599 Stuttgart

<sup>2</sup> Universität Ulm, Institut für Neurophysiologie, Eselsberg, Ulm

### Berechnungen

Der Kataboliequotient KQ als Maß für den Abbau stoffwechselaktiven Gewebes, d.h. von Muskelmasse, wurde berechnet aus:

$$KQ = \frac{\text{Serum} - \text{Harnstoff} [\text{mg} / \text{dL}]}{\text{Serum} - \text{Kreatinin} [\text{mg} / \text{dL}]}$$

### Ergebnisse und Referenzen

Der Bericht der Klinischen Chemie wurde online abgerufen und dem CRF angeheftet. Lipämische, nicht verwertbare Proben und fehlende Ergebnisse wurden gekennzeichnet.

Zur statistischen Auswertung wurden ausschliesslich die Referenzen des Universitätslabors genutzt. Für die Diskussion wurden weitere Referenzen (z.B. der VERA<sup>1</sup>-Studie)<sup>[126]</sup> eingeholt.

### Speziellabor

#### Parameter und Messmethodik

Pro Studienteilnehmer wurden die zwei Monovetten für das medizinische Fachlabor<sup>2</sup> zur weiteren Analyse versandt. Erhoben wurden folgende Größen (Tab. 3.5):

Tab. 3.5: Ausgewählte Parameter der speziellen Analytik (Materialversand erfolgte an externes Labor) – Transketolase, TPP-Effekt, MMA, Holo-TC

Parameter	Einheit	Material	Methode	Referenz
Transketolase (im Erythrozyten)	[U/L]	EDTA	PHOTO <sup>1</sup>	60,0-85,0
Thiaminpyrophosphat (TPP)-Effekt (im Erythrozyten)	(%)	Serum	PHOTO <sup>1</sup>	< 20,0
Methylmalonsäure (MMA)	[µg/L]	Serum	GCMS <sup>2</sup>	< 47,0
Holo-Transcobalamin (Holo-TC)	[pmol/L]	Serum	MEIA <sup>3</sup>	19,1-119,3

<sup>1</sup> UV-Photometrie

<sup>2</sup> Flüssigchromatographie mit Tandem-Spektrometrie

<sup>3</sup> Mikropartikel-Enzym-Immunoassay

### Ergebnisse und Referenzen

Die Ergebnisformulare wurden an die Original-CRF-Bögen geheftet. Als Referenz dienten die Angaben des analysierenden Labors<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Verbundstudie Ernährung und Risikofaktoren-Analytik, Teil der Nationalen Verzehrstudie

<sup>2</sup> „Synlab“, Medizinisches Versorgungszentrum Ulm GmbH, Gideon-Bacher-Str.3, 89073 Ulm

### 3.5.4.3 Vitaminanalytik (HPLC)

Die Vitaminanalytik wurde von der Autorin in den Laboren des Institutes 140 der Universität Hohenheim durchgeführt.

#### *Vitamin C-Analytik*

Für die Bestimmung des Vitamin C-Gehaltes der Plasmaproben wurden diese unterschiedlich behandelt. In jeweils derselben Probe wurde einmal direkt (d.h. ohne Chemikaliengabe) die Ascorbinsäure (AA) analysiert und nach Zugabe des Reduktionsmittels TCEP<sup>1</sup> der *Gesamt*-Ascorbinsäuregehalt (TAA) gemessen. TCEP reduziert die in der Probe enthaltene Dehydroascorbinsäure (DHA=oxidierte Form der AA).

Aus den Ergebnissen ließ sich der DHA-Gehalt rechnerisch ermitteln:

$$TAA = DHA + AA \longleftrightarrow DHA = TAA - AA$$

#### Chemikalien, Lösungen, Eluenten

Sämtliche Lösungsmittel für Extraktionen und Eluenten für HPLC-Analysen wurden in „HPLC gradient grade“-Qualität bezogen, Chemikalien und Reagenzien waren von höchstem Reinheitsgrad. Lösungen wurden im Kühlschrank (2-4 [°C]) aufbewahrt.

Ascorbinsäure	Pascoe, Giessen
Natriumdihydrogenphosphat (NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	VWR, Darmstadt
Perchlorsäure (PCA) (70-72 %)	VWR, Darmstadt
Phosphorsäure (89 %)	Merck, Darmstadt
Tris-(2-Chlorethyl)-Phosphat (TCEP)	ABCR, Karlsruhe

#### Lösungen

##### Perchlorsäure (5 %)

66g H<sub>2</sub>O<sub>bidest.</sub> + 5g konz. Perchlorsäure (70-72 %)

##### TCEP- Lösung (0,75M)

215mg TCEP + 1mL H<sub>2</sub>O<sub>dd</sub> (M<sub>TCEP</sub>=286,6 g/mol)

##### Vitamin C- Standard (100 µM)

Stammlösung (28,39 mM): 20 mg Vit. C + 4 mL PCA (5%)

→ Falcon wurde mit Alufolie umwickelt.

## Material und Methoden

---

Standard (100  $\mu\text{M}$ ): 35,22  $\mu\text{L}$  Stammlösung mit PCA (5 %) auf 10 mL auffüllen

→ Verdünnung des Standards 1:1 mit  $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$ .

### Plasma-Pool

Frische Blutkonserven einer Blutbank wurden zu einem Pool vermischt, homogenisiert, 1:1 mit Perchlorsäure (PCA) (10%) verستetzt, gevortext und abzentrifugiert. Der wässrige Überstand wurde in 150  $\mu\text{L}$  Aliquote aufgeteilt. Der Plasmapool wurde mit NIST<sup>1</sup>-Plasma kalibriert.

### Eluent (Natriumphosphatpuffer 5 mM)

512 mg  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$  auf 1L Wasser

→ pH-Wert wurde mit 85% Phosphorsäure auf 2,5 eingestellt.

### Messverfahren

Alle Arbeiten wurden unter einer speziellen „Vitaminschutz“-Beleuchtung durchgeführt. Auf eine licht- und temperaturprotektive, zügige Arbeitsweise wurde geachtet. Die Arbeiten wurden auf Eis ausgeführt. Von allen Studienproben wurden Doppelbestimmungen analysiert.

### *Interne Kalibrierung*

Aus dem Standard (100  $\mu\text{M}$ ) wurde durch 1:1 Verdünnung mit  $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$  eine weitere Standardkonzentration von 50  $\mu\text{M}$  hergestellt.

### *Externe Kalibrierung*

Aus dem Plasma-Pool und  $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$  entstand folgende Kalibrierreihe:

0  $\mu\text{M}$  (0:100), 25  $\mu\text{M}$  (25:75), 50  $\mu\text{M}$  (50:50), 75  $\mu\text{M}$  (75:25), 100  $\mu\text{M}$  (100:0)

### Pipettierschemata

Die *Plasmapool*-Aliquots wurden parallel zu den eigentlichen Plasmaproben der Studienteilnehmer aufgearbeitet.

Pool-Plasma:	100 $\mu\text{L}$ + 10 $\mu\text{L}$ TCEP + 40 $\mu\text{L}$ $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$
Standard (100 $\mu\text{M}$ ):	100 $\mu\text{L}$ + 10 $\mu\text{L}$ TCEP + 40 $\mu\text{L}$ $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$
Standard (50 $\mu\text{M}$ ):	50 $\mu\text{L}$ + 10 $\mu\text{L}$ TCEP + 90 $\mu\text{L}$ $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$

*Pool und Standards* wurden gevortext, abzentrifugiert (5 Min., 4°C) und in je zwei Vials á 70 [ $\mu\text{L}$ ] pipettiert

---

<sup>1</sup> National Institute of Standards and Technology, USA

### Plasmaproben der Studie

Die Aliquots wurden langsam (auf Eis) aufgetaut, gevortext und zentrifugiert (5 Min., 4 [°C]). Abb. 3.8 zeigt das Pipettierschema der Plasmaproben:

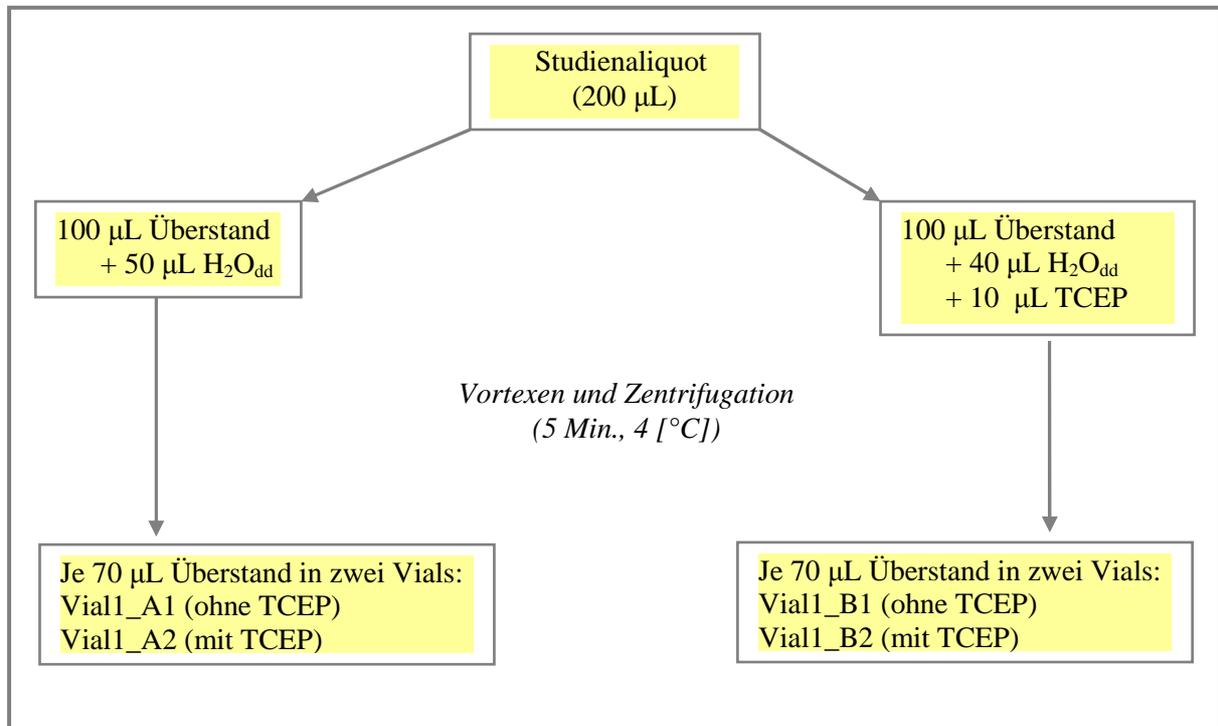


Abb. 3.8: Pipettierschema zur Aufarbeitung der Plasmaproben für die Ascorbinsäure-Analytik (HPLC) – Bestimmung von AA-Ascorbinsäure (ohne TCEP) und TAA-Gesamt-Ascorbinsäure (mit TCEP): TCEP (Tris-(2-Chlorethyl)-Phosphat, Reduktionsmittel)

Pro Messreihe wurden nur 10 Probandenproben gemessen, um die Verluste durch Stabilitätsabnahme zu minimieren.

### Chromatographiebedingungen

Säule	Reprosil-Pur 120 C18 AQ 5 µm (Trentec, Gerlingen)
Pumpe	Solvent Delivery System 9012 (Varian, Walnut Creek, USA)
Eluent	Isokratisch, Natriumphosphatpuffer (5 mM, pH 2,5)
Flussrate	1,0 mL/min.
Injektionsvolumen	20 µL
Temperatur	20,1 °C
Laufzeit	19 min.
Detektion	Elektrochemischer Coulochem II Detektor (ESA Laboratories, Chelmsford, USA) E1: - 300 mV      E2: + 300 mV

R1: 20  $\mu$ A      R2: 20  $\mu$ A

Autosampler                      Dynamax AI-200, kühlbar (Rainin, Woburn, USA)

→ Zusätzlich wurde das Aluminiumgehäuse mit Umwälzthermostaten Thermomix<sup>®</sup> UB und Frigomix<sup>®</sup> U (beide: Braun Melsungen AG, Melsungen, Deutschland) eingesetzt.

### Auswertung

Aus den Ergebnisse der Doppelbestimmungen wurde jeweils das arithmetische Mittel berechnet und zur Auswertung eingesetzt. Die grafische und rechnerische Auswertung erfolgte computergestützt mit der „Varian Star-Toolbox“, *Version 5.31* (Varian, Walnut Creek, USA) und in Excel 2007. Die Vitamin C-Peaks der Chromatogramme wurden auf die der Standards bezogen. Der Pool diente ausschließlich der Abschätzung möglicher Verluste durch die Autosamplerlagerung.

### ***Analyse der fettlöslicher Vitamine und Coenzym Q10***

Bestimmt wurden die Konzentrationen von Vitamin A (at-Retinol),  $\alpha$ -Carotin,  $\beta$ -Carotin,  $\alpha$ -Tocopherol,  $\gamma$ -Tocopherol, Lycopin und Coenzym Q10 mit der Methode nach CRAFT NE<sup>[28],[120]</sup>.

### Chemikalien, Lösungen, Eluenten

Auch hier wurden alle Chemikalien und Lösungsmittel in „HPLC gradient grade“-Qualität verwendet und hergestellte Lösungen im Kühlschrank (2-4 [°C]) gelagert.

2,6-Di-Tert-Butyl-4-Methylphenol (BHT)	Merck, Darmstadt
Acetonitril	VWR, Darmstadt
Ammoniumacetat	Merck, Darmstadt
$\beta$ -Apo-8'Carotenal	Sigma-Aldrich Chemie, Steinheim
O- Methylhydroxylamin	Sigma-Aldrich Chemie, Steinheim
n-Butanol, p.a.	Merck, Darmstadt
Dioxan, ohne Stabilisator	Carl Roth GmbH & Co KG, Karlsruhe
Ethanol absolut, p.a.	Carl Roth GmbH & Co KG, Karlsruhe
Methanol	Mallinckrodt Baker B. V., Niederlande
Tocol	Biotrend, Köln
Triethylamin, p.a.	Sigma- Aldrich Chemie GmbH, Steinheim
Q10	Sigma- Aldrich Chemie GmbH, Steinheim

## Material und Methoden

---

### Lösungen

#### Extraktionslösung (But./EtOH)

Stammlösung: n-Butanol + Ethanol 50:50 v/v → Zugabe von 5 mg BHT/ mg

#### Interner Standard ( $\beta$ -Apo-8'-Carotenal-O-Methyloxim)

Für die Analytik von (at-) Retinol,  $\alpha$ -/ $\beta$ -Carotin und Lycopin wurde das Oxim als interner Standard eingesetzt:

Lösung A: 24,8 mg  $\beta$ -Apo-8'-Carotenal + 2 mL Tetrachlorethylen (vorgelegt)

Lösung B: 500 mg O-Methylhydroxylamin + 3 mL Methanol (vorgelegt)

- Langsames „Eintropfen“ der Lösung B in Lösung A unter ständigem Rühren
- Abtrennung der unteren Phase (Tetrachlorethylen-Phase) mit Pasteurpipette
- Abpipettierte Phase in Zentrifugenröhrchen und Zugabe von 5 mg BHT

Abschließende Einreduktion der Flüssigkeit im Stickstoffstrom mit darauffolgender Aufnahme in 10 mL Chloroform: 0,7  $\mu$ L Chloroformlösung + 10 mL Stammlösung

#### Interne Standards Tocol und Q10

Für die Analytik des  $\alpha$ -/ $\gamma$ -Tocopherols wurde Tocol, für Q10 reines Q10 verwendet:

$c(Q10) = 0,44 \mu\text{M} : 50 \mu\text{L Q10} + 10 \text{ mL Stammlösung}$

$c(\text{Tocol}) = 8 \mu\text{mol/L} : 1 \text{ mL Tocol} + 10 \text{ mL Stammlösung}$

#### Eluent

500mL einer Lösung von Methanol mit 0,1 M Ammoniumacetat und 0,1% Triethylamin wurden hergestellt.

- 75 mL (3%) der Methanollösung + 375 mL (15%) Dioxan + 2.050 mL (82%) Acetonitril für 2,5 L HPLC-Eluent

#### Messverfahren

Auch hier wurde die „Vitaminschutz“-Beleuchtung genutzt und auf Eis gearbeitet. Die Pool-Plasma- und Studienproben wurden parallel aufgearbeitet.

#### Kalibrierung

Aus dem Plasma- Pool und  $\text{H}_2\text{O}_{\text{dd}}$  entstand folgende Kalibrierreihe:

0  $\mu\text{M}$  (0:100), 25  $\mu\text{M}$  (25:75), 50  $\mu\text{M}$  (50:50), 75  $\mu\text{M}$  (75:25), 100  $\mu\text{M}$  (100:0)

## Material und Methoden

---

### Pipettierschema

*Studienproben:* 40 µL Plasma + 200 µL Extraktionslösung (interner Standard)

- **sofort** gevortext
- 5 min. auf Eis gestellt (Proteinausfällung)
- gevortext
- 5 min. zentrifugiert (2.800 x g, 4 °C)
- Aliquotierung in Vials

*Pool-Plasma:* → dasselbe Verfahren wie bei den Studienproben

Pro Messreihe wurden nur 50 Probandenproben gemessen, um die Verluste durch Stabilitätsabnahme zu minimieren.

### Chromatographiebedingungen

Säule	Sherisorb ODS 2,3 µm, 250x4,6mm (Trentec, Gerlingen)
isokratische Pumpe	Solvent Delivery Module Pro Star 210 (Varian, Walnut Creek, USA)
Flussrate	1,6 mL/min., im Rückfluss
Injektionsvolumen	20 µL
Temperatur	21,0 °C
Laufzeit	14 min.
Detektion	UV-VIS-Detektor Dual λ Absorbance 2487 (Waters, Milford, USA) (0-3 min.= 325 nm, 3-11 min.= 450 nm, 11-14 min.= 325 nm) FI – Detektor Scanning Fluorescence Detector 474 (Waters, Milford, USA) (Em= 328 nm, Ex= 298 nm)
Autosampler	kühlbarer Sampler Thriathlon (Spark Holland, Emmen, Niederlande)

Zudem wurden ein Aluminiumgehäuse mit Umwälzthermostat Haake D8 (Haake, Karlsruhe, Deutschland) und ein heizbarer Säulenofen genutzt.

### Auswertung

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe der Software Galaxy Version 1.9.3.2 (Varian, Darmstadt, Deutschland) und Excel 2007. Für die Kalibrierung wurden jeweils der Pool *vor* den zehn Studienproben und

nach diesen addiert und der Mittelwert bestimmt, z.B.  $(Pool1+Pool2)/2$ . Die Flächen der Probenpeaks wurden auf den mit NIST<sup>1</sup>-Plasma kalibrierten Plasma-Pool bezogen:

$$\frac{C_{X_{PROBE}}}{\frac{A_{X_{PROBE}}}{A_{IST_{PROBE}}}} = \frac{C_{X_{POOL}}}{\frac{A_{X_{POOL}}}{A_{IST_{POOL}}}}$$

$C$ = Konzentration	$X$ = zu bestimmende Substanz
$A$ = Area (Peakfläche)	$IST$ = Interner Standard
$POOL$ = Humanplasma-Pool	$Probe$ = Studienprobe bekannter c

Das Verbrauchsmaterial für die gesamte Vitaminanalytik findet sich im Anhang (VZ.7).

### 3.5.4.4 Gewinnung und Aufbereitung bukkaler Mukosazellen

Parallel zur Bestimmung der Vitaminkonzentrationen in peripherem Nativblut (d.h. intravasal) wurden Mikronährstoffe im intrazellulären Milieu, nicht-invasiv mittels Bukkalmukosazellabbürstung gewonnen, analysiert.

#### Abbürstung der Mukosazellen

Die Entnahme erfolgte mit dem Bukkalmukosa-Vitamintestkit der Firma *Day-Med-Concept*<sup>[29]</sup>:

- weiche Zahnbürste
- 2 x 15 mL Reagenzgefäße (1x leer, 1x Phosphatwaschpuffer 0,15% w/v)
- 50 mL Reagenzgefäß mit Kochsalzspüllösung (0,9% NaCl)
- 1,7 mL Reagenzgefäß mit Stabilisator (0,09% Reduktionsmittel w/v)
- Versandetiketten- und Tüte

Um Verunreinigungen der Probe durch Essensreste etc. zu vermeiden, wurde der Mund mit Wasser vorgespült. Für die Entnahme wurde die Zahnbürste 2x25-mal je Wangeninnenseite mit leichtem Druck (Blutungsvermeidung) von oben nach unten abgebürstet. Vor jedem Seitenwechsel wurde die Bürste in der Spüllösung gewaschen und am Rand ausgedrückt, bevor sie erneut zum Einsatz kam. Abschließend wurde sie gründlich in der Spüllösung gewaschen und diese in das leere 15 mL Tube überführt. Nach Zentrifugation bei Raumtemperatur (RT) (2.000 U/min., 3 Minuten) wurde der Überstand verworfen und die Zellen mit Phosphatpuffer aufgewirbelt und gewaschen. Die Lösung wurde abzentrifugiert (2.000 U/min., 3 Minuten, RT). Der klare Überstand wurde erneut verworfen, wobei darauf geachtet wurde, dass nichts zurück auf das abgesetzte Zellpellet floss.

---

<sup>1</sup> National Institute of Standards and Technology, USA

## Material und Methoden

---

Die Stabilisatorlösung wurde mit einer Präzisionspipette (Eppendorf, Hamburg, Deutschland) in das Tube überführt, das Pellet mit der Pipettenspitze im Stabilisator suspendiert und die Lösung in das 1,7 mL Reagenzgefäß rücküberführt. Zum Versand wurden die Bukkalmukosazellen etikettiert und mit einer Codenummer versehen, die zur Probenidentifikation auf das Deckblatt des jeweiligen CRF geklebt wurde. Die Zellsuspension wurde sofort nach der Aufarbeitung in der Versandtüte auf Trockeneis gekühlt und zur weiteren Lagerung bei -80 [°C] transportiert. Auch hier erfolgte die Überführung der Proben nach Hohenheim auf Trockeneis. Ein Kurier transportierte die Tüten für die Analyse von Hohenheim zur *BioTeSys GmbH* (Esslingen, Deutschland)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> BioTeSys GmbH, Schelztorstr. 56, 73728 Esslingen

### 3.5.4.5 DNA - und Mikronährstoffbestimmung in Bukkalmukosa

Alle im Folgenden beschriebenen Analysen wurden von der *BioTeSys GmbH* durchgeführt und als Testbericht an die Autorin gesandt. BioTeSys ist nach DIN EN / ISO 17025 akkreditiert, ISO 9001 zertifiziert und unterliegt dem Qualitätsmanagementsystem (nach RiLiBÄK<sup>1</sup>).

#### DNA-Quantifizierung

Aus unterschiedlich hohen Zellausbeuten resultieren unweigerlich ungenaue Konzentrationsbestimmungen analysierter Vitamine. Daher wurde als Bezugsgröße der DNA<sup>2</sup>-Gehalt der bukkalen Proben nach der Methode von NATARAJAN ET AL.<sup>[30]</sup> kolorimetrisch ermittelt. Die DNA konnte sowohl *vor* als auch *nach* der Vitaminextraktion bestimmt werden, da keine intakten Fragmente benötigt wurden. Mit der Kenntnis über die DNA-Menge konnte die Vitaminkonzentration um diese korrigiert werden. Die Ergebnisse unterschiedlicher Probanden wurden damit vergleichbar.

#### Analytik von Vitamin C- und E, $\beta$ -Carotin, sowie Lycopin

→ Durch das Auftauen und die Zentrifugation bei 1.3000 x g wurde das Zellmaterial zunächst lysiert.

Die Bestimmung des wasserlöslichen Vitamin C erfolgte mittels (reversed phase-) HPLC und elektrochemischer Detektion. Hierfür wurde der wässrige Überstand eingesetzt.

Zur Analyse fettlöslicher Vitamine ( $\beta$ -Carotin, Vitamin E, Lycopin) wurde das bei der Zentrifugation entstandene Zellpellet eingesetzt. Eine spezielle Fällungsreagenz löste die Vitamine aus ihrer Zellstruktur. Die Detektion erfolgte über Fluoreszenz (Vitamin E) und UV-VIS (Lycopin,  $\beta$ -Carotin).

---

<sup>1</sup> Richtlinien der Bundesärztekammer

<sup>2</sup> Desoxyribonukleinsäure

### 3.5.5 Ernährungsmusteranalyse mittels Hohenheimer Fragebogen

Ernährungsmuster reflektieren diverse Konstellationen der Lebensmittelzufuhr in Gruppen von Individuen. In der vorliegenden Studie wurde das Ernährungsmuster eines geriatrischen Personenkreises mit dem an der Universität Hohenheim entwickelten Kurzfragebogen (*HKF*) analysiert. Hierbei handelte es sich um einen subjektiven, semiquantitativen Fragenkatalog für den deutschsprachigen Raum, der bisher an einem neutralen (d.h. altersdifferenten) Studienkollektiv ( $N=50$ )<sup>[87]</sup>, sowie an zwei geriatrischen Populationen ( $N=178$ ,  $N=51$ )<sup>[31],[121]</sup> getestet wurde.

Zur Validierung, v.a. im Bezug auf eine adäquate Erfassung der Zufuhr an Mikronährstoffen, wurde an 50 altersdifferenten Personen (Min.-Max.=20-60y,  $MW=24\pm 8,3y$ ) die Korrelation zwischen einem detaillierten, quantitativen FFQ und dem subjektiv konzipierten Häufigkeitsfragebogen *HKF* überprüft. Aus dem Originalmodell (*M1*) wurden so korrelationsoptimierte Modelle (*M2-M4*) modifiziert. Modell 4 (*M4*) wies durch Berücksichtigung „gesunden Ernährungsverhaltens“ mit hoher Bepunktung die höchste Korrelation ( $r_p=0,55$ ) auf. Die Präzision der Reproduzierbarkeit wurde durch dreimalige Befragung derselben Teilnehmer im Abstand von jeweils vier Wochen überprüft und lag auch hier in *M4* am höchsten<sup>[1]</sup>.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde das validierte *M4 für Senioren* modifiziert, indem der BMI, die Portionsgröße und die Medikamentenaufnahme aufgenommen und gewichtet wurden<sup>[121]</sup>. Das so neu formulierte „Modell Geriatrie 5“ (*M.G5*) wurde gegen die für den Einsatz in der Geriatrie ausgelegte und auch in dieser Studie angewandte Mustervariable, den  $MNA^{\circ}$ -Score, getestet. Beim Kollektiv ( $N=51$ ) handelte es sich um relativ „junge“ ( $MW=71,2\pm 7,7y$ ), gut ernährte Senioren. Der *HKF/M.G5* wies sowohl mit dem  $MNA^{\circ}$  eine signifikante Korrelation auf ( $r_p=0,753$ ), als auch mit dem FFQ ( $r_p=0,760$ ).

Da der Kurzfragebogen auch für den Einsatz bei „älteren“, multimorbiden Seniorenpopulationen und Einrichtungen praktikabel sein sollte, wurde das Modell *HKF/M.G5* weiterentwickelt<sup>[122]</sup>. Hierfür wurden Daten ( $N=127$ ) der „Geriatristudie Hohenheim“ ( $MW=83,6\pm 7,0y$ ) miteinbezogen<sup>[31]</sup>. Zunächst wurde im Modell *HKF/M.G6* der BMI altersadaptiert bepunktet (23 bis < 30 [ $kg/m^2$ ] = optimal) und die Portionsgröße (ab  $\geq 75\%$ : 12 [Pkt.]) angepasst. Die Sensitivitäts-/Spezifitätsprüfung ergab 81%; 47% ( $r_p=0,642$ ).

Die letzte Modifikation (*HKF/M.G7*) betraf erneut die Portionsgröße. Eine Aufnahme von 75% der Mahlzeit wurde niedriger (12 [Pkt.]) bewertet als die Zufuhr  $\geq 100\%$  (18 [Pkt.])<sup>[122]</sup>.

## Material und Methoden

Der *HKF/M.G7* wurde für die vorliegende Studie aus Gründen der besseren Auswertbar- und Anschaulichkeit von der Autorin erneut modifiziert (Tab. 3.6, **Modell G8**).

Tab. 3.6: Angewandte, modifizierte Version des *HKF/M.G7* - **der *HKF/M.G8***

Lebensmittel LM	mehrmals tgl.	1x tgl.	4-6x/Wo	1-3x/Wo	selten	nie
Vegetabil, vitaminreich						
A Obst	12	10	5	1	0	0
B Gemüse	12	10	5	1	0	0
Eiweissträger						
C Fleisch	1	3	5	5	2	0
D Wurst	0	1		2	5	5
E Fisch	3	3	3	3	2	0
F Käse	3	5	5	4	2	0
G Milchprodukte	7	5	5	2	2	0
H Eier	1	1	3	3	1	0
Kohlenhydratträger						
I Weissbrot	2	3	5	5	1	1
J Mischbrot	5	5	5	3	1	0
K Vollkornbrot	7	7	7	5	1	0
L Pommes/Bratk.	0	0	0	2	2	2
M Kuchen	0	1	2	3	2	1
N Süssigkeiten	0	0	1	2	5	5
O Eis/süsse Nachspeise	0	1	2	3	2	1
<b>Nichtalkoholische Getränke</b>	<b>tgl. &gt;5 Gläser</b>	<b>tgl. 3-5 Gläser</b>	<b>tgl. &lt; 3 Gläser</b>			
P Nichtal.Getränke (200 mL)	12	7	0			
<b>Alkoholische Getränke</b>	<b>tgl.&gt;1 Glas</b>	<b>tgl.1 Glas</b>	<b>wöchentl.</b>	<b>monatl.</b>	<b>nie</b>	
Q Wein (125 mL)	1	3	4	2	1	
R Bier (500mL)	1	2	3	2	1	
S Spirituosen (2cl)	0	0	2	2	3	
<b>Body Mass Index (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>BMI&lt;19</b>	<b>BMI 19&lt;21</b>	<b>BMI 21&lt;23</b>	<b>BMI23&lt;30</b>	<b>BMI≥30</b>	
T BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0	4	16	24	20	
<b>Portionsgrösse pro HMZ</b>	<b>HMZ&lt;50%</b>	<b>HMZ=50%</b>	<b>HMZ=75%</b>	<b>HMZ=100%</b>	<b>HMZ&gt;100%</b>	
U Portionsgrösse pro HMZ	0	4	12	18	18	
<b>Medikamente</b>	<b>tgl.&gt;5</b>	<b>tgl.3-5</b>	<b>tgl.&lt;3</b>	<b>keine</b>		
V Medis	0	7	10	12		

Hierfür wurde jeder der 22 Fragen ein lateinischer Grossbuchstabe zugeordnet (A-V). Die Unterteilung in Fragen zur Verzehrshäufigkeit von Lebensmittelgruppen (A-O) und Getränken (P-S), dem BMI (T), der Portionsgrösse (U) und der Medikation (V) wurde farblich kenntlich gemacht. Weiter erfolgte eine Trennung in die Kategorien: vegetabil, vitaminreich (A, B), Eiweissträger (C-H), Kohlenhydratträger (I-O), nicht-alkoholische Getränke (P), alkoholische Getränke (Q-S), BMI (T), Portionsgrösse (U), Medikamente (V). Dies diente der besseren Erfassbarkeit der Daten, nicht aber der gesonderten Analyse dieser kategorischen Einteilung(en).

Lipidreiche Lebensmittel wurden zum einen teilweise schon der Gruppe der Eiweissträger zugeordnet, zum anderen als direkt zugeführte Fette wie Öle, Brat-/Streich-/Kochfette, Nüsse und Samen zwar erfasst, aber nicht in die Scoring- Analyse nach **Modell G8** einbezogen. Regeln für die Zuordnung eines Lebensmittels in die entsprechende Lebensmittelgruppe wurden aufgestellt (Anhang VX.6).

Folgende (sechs) Antwortmöglichkeiten standen zur Verfügung:

- nie
- selten
- 1 bis 3x/ Woche
- 4 bis 6x/ Woche
- 1x/ Tag
- mehrmals täglich

Darüber hinaus wurden Angaben zu Art und Menge der Flüssigkeitszufuhr aufgenommen. Alkoholika und nicht-alkoholische Getränke wurden in definierten Mengen (1 Glas  $\cong$  200 mL) erfasst.

- 5 Gläser
- 3 bis 5 Gläser
- weniger als 3 Gläser

Zusätzlich wurde ein detailliertes Tagestrinkprotokoll abgefragt (morgens, vormittags, mittags, nachmittags, abends, spätabends).

Der Original- **HKF/M.G8 - Score** wurde wie folgt berechnet:

$$HKF / M.G8 [Pkt.] = \sum_{i=A}^V x_i = x_A + x_B + \dots + x_V, \text{ mit } \square_{x_i} = \{ 0,1,\dots,24 \}$$

Hohe Scorewerte ergaben sich aus (nach ernährungswissenschaftlicher Sicht) „gesunden“ Ernährungsgewohnheiten und umgekehrt. „Vorbildliches“ Verhalten wurde so mit höheren Punktwerten honoriert. Der Zahlenwert „0“ wurde für eine ungesunde Ernährungsweise und für grundsätzlich nicht

exakt als „gesunde“ oder „ungesunde“ Ernährung einordenbare Angaben, vergeben. In seiner Summe reflektiert der *HKF* am ehesten eine Art „*Expositionsvariable*“.

Da die Datengenerierung in SPSS® codiert vorgenommen wurde, mussten die erfassten Zahlencodes aus der SPSS®- Matrix in das „Punkte“- Scoring des *HKF/M.G7* transformiert bzw. „umcodiert“ werden. Stark differente Items wie „nie“ oder „mehrmals täglich“ konnten sonst fälschlicherweise rechnerisch nivellieren. Die Methodik dieses Verfahrens wird aus den Anlage(n) VX.1 und DVD.1 ersichtlich.

### 3.5.6 Nahrungsaufnahme und Essbiografie

Die Studienteilnehmer wurden im Rahmen des Interviews zu ihrem Ernährungsverhalten befragt. Die genauen Inhalte der Erhebung werden aus Anhang VX.3 ersichtlich.

Teilweise wurden Parameter erhoben die schon im *HKF/M.G8*-Scoring integriert waren. Hierzu zählten die Portionsgrösse [% der Tellergröße] und die Flüssigkeitsaufnahme [Gläser á 200 mL, Angabe/Tag], die als Einzelvariablen separat im Hinblick auf die Risikoanalyse ausgewertet wurden.

Der Ruheenergieumsatz  $REE_{HB}^*$  wurde anhand geschlechtsspezifischer Nährungsalgorithmen nach HARRIS & BENEDICT (1918) geschätzt:

$$\text{Männer : } REE_{HB}^* [kcal / d] = 66,5 + 13,75 \times KM^1 [kg] + 5 \times KG^2 [cm] - 6,75 \times Alter [y]$$

$$\text{Frauen : } REE_{HB}^* [kcal / d] = 665,1 + 9,56 \times KM^2 [kg] + 1,85 \times KG^2 [cm] - 4,676 \times Alter [y]$$

, mit dem Aktivitätsfaktor  $PAL^{**}$  multipliziert ( $\frac{24h - \text{Energieverbrauch}}{24h - \text{Ruheenergieumsatz}}$ ):

1,2	ausschließlich sitzende, liegende Lebensweise
1,4 - 1,5	ausschließlich sitzend, ohne anstrengende Freizeitaktivität
1,6 - 1,7	überwiegend sitzend
1,8 - 1,9	überwiegend gehend oder stehend
2,0 - 2,4	anstrengende Tätigkeiten

und aus den Faktoren der 24-Stunden-Gesamtenergieverbrauch  $TEE^{***}$  errechnet:

$$TEE^{***} [kcal / d] = REE_{HB}^* [kcal / d] \times PAL^{**}$$

---

\* Resting Energy Expenditure [kcal/d] nach HARRIS & BENEDICT

\*\* Physical Activity Level

\*\*\* Total Daily Energy Expenditure [kcal/d]

<sup>1</sup> Körpermasse [kg] = Körpergewicht [kg]

<sup>2</sup> Körpergröße [cm]

### 3.5.7 Nicht - nutritive Faktoren

Zur Ergänzung und besseren Einordnung ernährungsrelevanter Parameter wurden nicht-nutritive, d.h. die Ernährung nur im weitesten Sinne (oder indirekt) beeinflussende Faktoren, erfasst. Untersuchungen, wie der Timed up and go-Test<sup>[112]</sup>, der Barthel-Index<sup>[33],[34]</sup> oder die MMSE<sup>[35],[36]</sup> sind im Anhang VX.4 zu finden. Auch die Auflistung der weiter erfassten Variablen werden aus dem Anhang VX.4 ersichtlich.

### 3.5.8 *geroMAT*, Version Alpha-01

Die Gesamtstudie diente der Entwicklung der Software *geroMAT* (Malnutrition Assessment and Therapy (MAT) for gerontologic (*gero*) patients), welche zu Studienbeginn in der „Rohform“, *Version Alpha-01*, vorlag. *geroMAT* basiert auf einer MVC (*Model-View-Controller*-) Architektur nach dem Dreischichtenmodell. Die Anwendung soll dabei webbasiert auf *JavaServer-Pages* (JSP 1.2) implementiert werden.

Zum Zeitpunkt der Studie war lediglich die oberste Schicht/Ebene (*hier*: „*View*“) aktiv, aus der die Präsentationslogik ersichtlich war und in die der Benutzer die Untersuchungs- (*hier*: „*Case-Report-Form*“) Datensätze in *HTML*-Formulare übertragen konnte. Die „*Controller*“-Ebene (Interaktionslogik) und die Datenhaltung (Geschäftslogik/„*Model*“) waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht aktiv. Diese beiden Ebenen leiten Daten an untergeordnete Schichten, steuern Übergänge, verifizieren die Zwischenspeicher und kalkulieren mit Hilfe von *JavaBeans* die Scores.

In der vorliegenden Arbeit konnten deshalb nur manuelle Eingaben zu Testzwecken getätigt werden, Speicherung und Analysen waren inaktiv. *geroMAT*, **Version Alpha-01** bestand aus mehreren Eingabemasken, die im Anhang VZ.9 als detaillierte Screenshots (1-8) einzusehen sind. Sämtliche unter Kap. 3.5.1 bis Kap. 3.5.7 erläuterten Parameter wurden, sofern sie nicht Teil der „Roh“-Masken waren, ergänzend erfasst und für die Softwareentwicklung ausgewertet.

Generell soll *geroMAT* ein Programm zur Kumulierung, Dokumentation, Analyse und Bearbeitung von Ernährungsdatensätzen zur Beurteilung des Mangelernährungsrisikos geriatrischer Personen darstellen. Zur Gewährleistung einer sinnvollen Nutzung der Applikationen und des „*Look-and-Feel*“ wird es als Distribution gestaltet werden.

Grundlage sollte die Erfassung des *aktuellen* Ernährungsstatus des Patienten („*BASIS-Score*“) sein, die durch automatisierte, (*hier*: *MNA*<sup>®</sup>-adaptierte) Klassifikationen (*hier*: *SVR*=„*Support Vektor Regression*“) der 150 Studiendatensätze, einzelne Parameter gewichtet und die Prävalenz und Inzidenz der Indikatoren einer Malnutrition abschätzt. Die *SVR* ist hierfür eine äußerst robuste Methode zur Abbildung anhand eines Bewertungssystems. Der Status des Patienten wird mittels Punktwerten für ausgewählte Kriterien und daraus resultierenden Gesamtscores beschrieben werden.

Ein „*Basis-Score*“ wird zukünftig als Ausgangspunkt einer möglichst zuverlässigen Aussage über den aktuellen Ernährungsstatus eines Senioren und als Teil des späteren *geroMAT*-Gesamtscores, formuliert werden:

$$\text{geroMAT - Score} = \text{Basis - Score} + \text{Prognostischer(Diagnostik - /Therapie-) - Score}$$

Zur Erstellung dieses Scores sind komplexe Algorithmen zur Quantifizierung der Mangelernährung nötig. Die Erarbeitung der Formeln würde den Rahmen dieser Untersuchung sprengen, weshalb vorliegende Studie hauptsächlich der Abklärung und Selektion wichtiger Indikatoren des Ernährungsstatus als Grundlage der Scoreentwicklung diente. Damit hatte sie Pilotstudien-Charakter. Weiterführende Studien werden sich mit der Scoreentwicklung befassen.

Mit Hilfe eines möglichst geringen apparativen, zeitlichen, invasiven Aufwandes und einer minimalen Anzahl an Indikatoren sollten Modelle zur Vorhersage des Ernährungsstatus erstellt werden. Zur „Feature Selection“ wurde eine Rangkorrelation von  $r_s > 0,2$  festgelegt. Nur Datenpunkte, die die Vorgaben besaßen, wurden in den finalen Datensatz („Features“) übernommen.

Sogenannte „Zusatz-Features“ wurden erfasst, gingen aber nicht in das Ranking mit ein und sollten nur in der Sitzungsübersicht erscheinen. Sie wurden nach Notwendigkeit und Rangkorrelation ausgewählt und sollen später in *geroMAT* hauptsächlich der Einleitung und dem Monitoring von Interventionsmaßnahmen dienen (optionale Features).

### 3.5.9 Mathematische und statistische Auswertung

#### 3.5.9.1 Qualitätssicherung

Ziel aller statistischer Bemühungen war es valide, zuverlässige Modelle zu entwickeln. Für Screening- und Assessmentverfahren spielt vor allem eine hohe Sensitivität, sowie eine hohe OPV (Overall Predictive Value) eine bedeutende Rolle<sup>[37]</sup>. Qualitätssicherung wurde dabei über die Erfassung der (Test-) Trennschärfe erreicht (ROC-Analyse(n)<sup>[123]</sup>), wobei jeder Variablen score mit dem Summenscore einer Zahlenskala (*hier*: MNA<sup>®</sup>-Score 0-30), die Zahlen in bewertende Textbausteine (*hier*: Risiko, kein Risiko, mangelernährt) umwandelt, korrelieren sollte. Anhand dieser konvergenten Ladung wurde eine hohe Vorhersagegenauigkeit angestrebt.

### 3.5.9.2 Programme und Verfahren

#### Programme

- SPSS® (Superior Performing Software System), Version 16.0 for Windows (IBM SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA), Lizenz des Universitätsklinikums Ulm
- Excel 2007, Microsoft® Office Professional 2007 (Win)
- NMT (Nutritional Management Tool), Version 2.0.293, Sprache: Deutsch, (Fresenius Medical Care®, 2005)
- SVM (Support Vector Machine)<sup>[38]-[42]</sup>
- Word 2007, Microsoft® Office Professional 2007 (Win) zur Literaturverwaltung

Die Endanalysen (Kap. 4.4.2) wurden von einem Bioinformatiker unter Zuhilfenahme der sog. WEKA-Software<sup>[38],[39]</sup> durchgeführt.

Die Vorgehensweise zur Modellentwicklung für *geroMAT* ist in Abb. 3.9 ersichtlich:

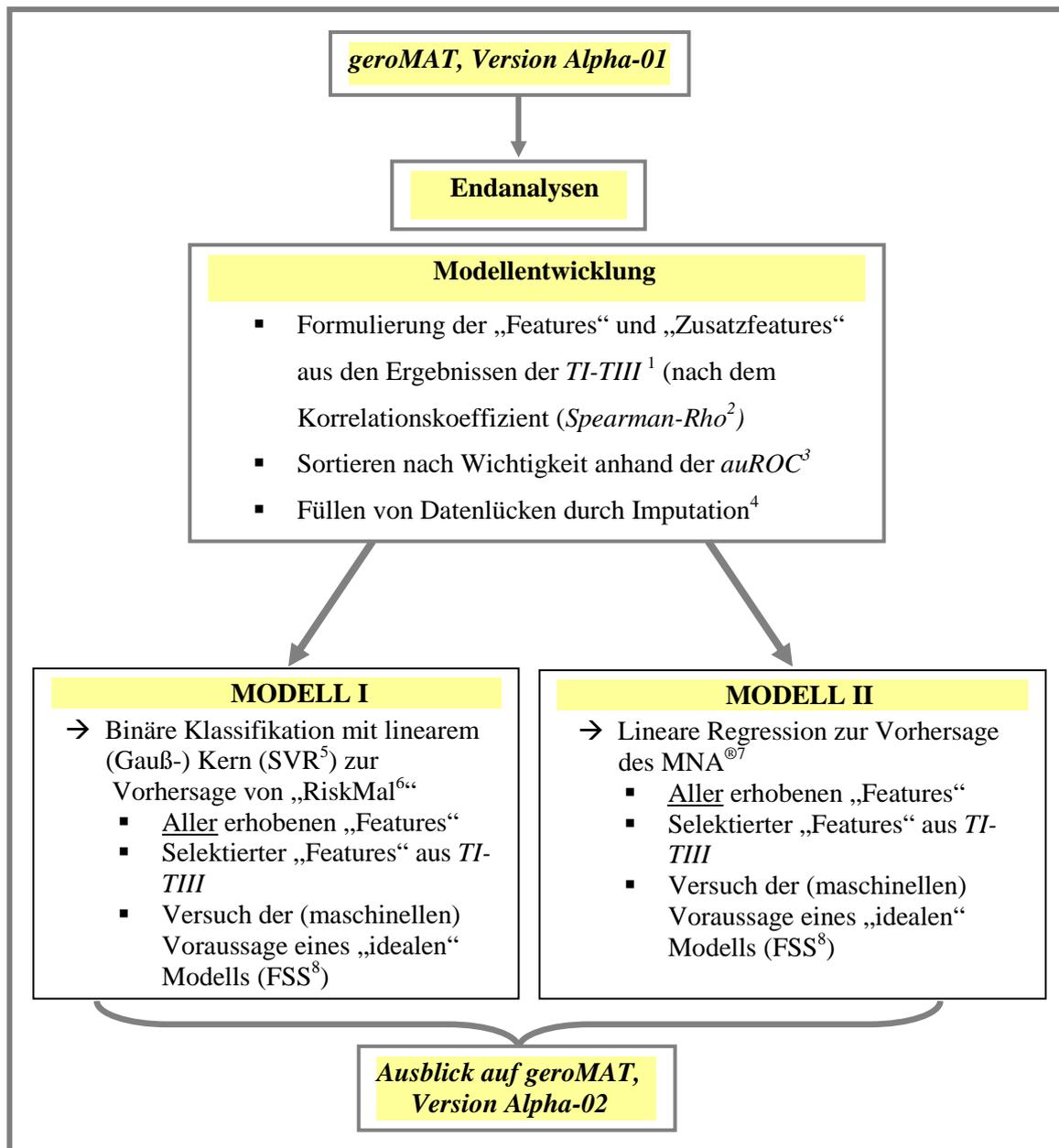


Abb. 3.9 : Vorgehensweise bei den Endanalysen zur Modellentwicklung für *geroMAT*-Modell I: Klassifikation nach „RiskMal“, Modell II: Regression über dem MNA<sup>®</sup>

<sup>1</sup> Teilprojekte *TI, TII, TIII* im Gesamtvorhaben *geroMAT*

<sup>2</sup> Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho

<sup>3</sup> Fläche unter der Kurve bei der Receiver Operating Characteristic

<sup>4</sup> (Computergestütztes) Verfahren zur Vervollständigung fehlender Daten in Datensätzen (EM-Algorithmus)

<sup>5</sup> Support Vector Regression („Machine Learning“)

<sup>6</sup> Für die Studie formulierte dichotome Zielvariable „Risiko für Mangelernährung“ (Ausprägungen: 0=kein Risiko, 1=Risiko)

<sup>7</sup> Mini Nutritional Assessment

<sup>8</sup> Feature Subset Selection

Deskription

Als Basis der weiterführenden, induktiven Statistik wurden alle in der Studie generierten Merkmale deskriptiv beschrieben. Zunächst fand ein Test auf Normalverteilung grafisch anhand eines Q-Q-Plots, rechnerisch mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests (Signifikanzkorrektur nach Lilliefors) statt. Wo aussagekräftig, wurde das arithmetischer Mittel (MW) und die dazugehörige Standardabweichung (SD) angegeben. Ansonsten wurde der Median ( $Q_2$ , Zentralwert) mit Minimum (*Min.*) und Maximum (*Max.*) (5. Prz.-95. Prz.) bei metrischen Variablen bevorzugt und wo sinnvoll der Modus bei nominalskalierten.

Beim Gesamtstudienkollektiv handelte es sich um eine verbundene Stichprobe. Im MNA<sup>®</sup>-TA, MNA<sup>®</sup>-SF, MNA<sup>®</sup>-QS und HKF/M.G8 wurden Scores betrachtet, die durch Aufsummation gebildet wurden. In der grafischen Ergebnisdarstellung wurden arithmetisches Mittel, Quartile, Range und Varianz in Boxplots beschrieben. Alle Grafiken wurden in SPSS<sup>®</sup>, Tabellen in Excel erstellt.

Bivariate Korrelationsanalyse

Eine Korrelationsanalyse wurde bei allen erhobenen Variablen durchgeführt. Dabei diente der Korrelationskoeffizient nach Spearmans-Rho als nichtparametrisches Assoziations- bzw. Zusammenhangsmaß zur Betrachtung stetiger Variablen. Der Test wurde zweiseitig angewandt und *p*-Werte kleiner 0,05 als statistisch signifikant betrachtet:

$r_s < 0,2$	kein Zusammenhang	<u>Kennzeichnung in Tab./Abb.</u>
$r_s \geq 0,2 - < 0,3$	schwacher Zusammenhang	$p < 0,05$ (*)
$r_s \geq 0,3 - < 0,5$	guter Zusammenhang	$p < 0,01$ (**)
$r_s \geq 0,5 - < 0,7$	starker Zusammenhang	$p < 0,001$ (***)
$r_s \geq 0,7$	sehr starker Zusammenhang	

Sensitivitäts-, Spezifizitäts-, und Nachtanalyse

Tab. 3.7: Prediction-Success-Table zur Bestimmung der Sensitivität und Spezifität (Cut-off-Wert bei 0,5)

		Vorhergesagt	
		0= nein	1= ja
Beobachtet	0= nein	TN <sup>1</sup>	FP <sup>2</sup>
	1= ja	FN <sup>3</sup>	TP <sup>4</sup>

<sup>1</sup> True Negative = korrekt negative Aussage

<sup>2</sup> False Positive = falsch positive Aussage

<sup>3</sup> False Negative = falsch negative Aussage

<sup>4</sup> True Positive = korrekt positive Aussage

Die **Sensitivität** des Assessments gab Aufschluss über den Prozentsatz an nicht mangelernährten Senioren, die durch die ermittelten Indikatoren korrekt als „nicht-exponiert“ erkannt wurden:

$$\underline{\text{Sensitivität [\%]}} = \left( \frac{TP}{FN + TP} \right) \times 100$$

Mit der **Spezifität** wurde die Wahrscheinlichkeit mit Hilfe des neuen Modells Mangelernährte und Risikogruppen als „Exponierte“ zu erkennen, angegeben:

$$\underline{\text{Spezifität [\%]}} = \left( \frac{TN}{FP + TN} \right) \times 100$$

Die *Vorhersagekraft* des Modells konnte anhand der *OPV* überprüft werden. Gemessen an der Anzahl untersuchter Probanden konnten mit dem PPV die richtig positive Prädiktion, mit dem NPV richtig negative Prädiktionen ermittelt und so zur OPV-Analyse eingesetzt werden:

$$\underline{\text{Positive Predictive Value PPV [\%]}} = \left( \frac{TP}{TP + FP} \right) \times 100$$

$$\underline{\text{Negative Predictive Value NPV [\%]}} = \left( \frac{TN}{TN + FN} \right) \times 100$$

$$\underline{\text{Overall Predictive Value OPV [\%]}} = \left( \frac{TN + TP}{TN + FP + FN + TP} \right) \times 100$$

Eine *ROC*-(*Receiver Operating Characteristic*)- Analyse wurde grafisch ausgewertet, die „Area under Curve“ (*auROC*<sub>i</sub>) bewertet<sup>[43],[123]</sup>.

$$auROC : 0 \leq AUC \leq 1, \text{ mit optimaler Trennschärfe (100\%) bei } auROC = 1,0$$

Eine akzeptable Diskriminierung wurde ab einer *auROC* > 0,5 angenommen. Die Analyse wurde für alle in *TI-TIII* selektierten Parameter, sowie für die Entwicklung des Modells I (Vorhersage des Mangelernährungsrisikos) vorgenommen.

 → Sämtliche im Folgenden beschriebenen Verfahren wurden durch einen Bioinformatiker unter Zuarbeit der Autorin ausgeführt (VZ.4, <sup>[142],[143]</sup>). Da die Methoden von der Autorin nicht selber angewandt wurden, werden diese im Anschluß nur kurz in ihrer Theorie und nur in einem zum Verständnis nötigen Umfang aufgeführt.

### Imputation/EM(Expectation Maximazation)-Algorithmus

Bei einer Imputation handelt es sich um eine sogenannte „Missing-Data“-Technik, die der Vervollständigung fehlender Daten, d.h. Ergänzung des partiellen Ausfalls („Item non responses“) eines Datensatzes, dient. Hierzu gibt es verschiedene Methoden. In dieser Stichprobe wurde der EM-Algorithmus zur Schätzung der Values aus Mischverteilungen gewählt<sup>[41],[44]</sup>. Ziel war es, für die weiteren Analysen vollständige Datensätze nutzen zu können, dabei aber gleichzeitig die Unsicherheit, die aufgrund fehlender Werte („Lücken“) entstanden war, zu berücksichtigen.

### 5-Felder-Kreuzvalidierung

Bei einer Kreuzvalidierung wird der zur Verfügung stehende Datensatz in Teilmengen aufgeteilt. Innerhalb dieser Studie wurde die 5-Felder-Validierung genutzt. D.h. das gesamte Datenvolumen wurde *zufällig* in fünf Teildatensätze unterteilt, auf vier davon wurde zunächst die Methode trainiert („*In-Sample*“), einer diente als Testdatensatz („*Out-Sample*“). Dieses Vorgehen wurde für alle fünf Teilsätze wiederholt und der Prognosefehler über der Fehlklassifikation geschätzt. Als Methode zur Klassifikation wurde die *Support Vector Machine* angewandt:

### Support Vector Machine (SVM<sup>1</sup>)

Die Risikoabschätzung an einer Mangelernährung zu erkranken (*Modell I*, Kap. 4.4.3 ), erfolgte über eine robuste *epsilon-( $\epsilon$ -)Support Vector Regression* mit Gauß-Kern<sup>[40],[42]</sup>. Dabei wurden über einen „*Classifier*“ klare, lineare Klassengrenzen konstruiert (0=kein Risiko, 1=Risiko). Nach Partitionierung in drei gleich große Teilmengen wurden zwei davon genutzt, um die Parameter zu „trainieren“ (d.h. die Parameter mit den Daten einzustellen), die verbliebene (Teilmenge) diente der Evaluation.

### Regressionsanalyse(n)

Parallel zur SVM wurde die Binär Logistische Regression (BLR) als multivariate Methode gewählt, da für ihre Anwendbarkeit weder die Beachtung der Homogenität der Varianzen, noch die Linearität des Zusammenhangs zwischen Kriterium und Regressoren beachtet werden mußte. Aus diesem Grund war sie für die Überprüfung der SVM-Analysen (*Modell I*: Vorhersage von „RiskMal“) bestens geeignet. Für die Modellierung von Wahrscheinlichkeiten bietet die BLR ein verallgemeinerndes lineares Modell.

---

<sup>1</sup> = Support Vector Regression

Im weiteren wurden mit einer einfachen Linearen Regression (inkl. Gauß-Prozeß) die Beziehungen der unabhängigen Variablen (Regressoren/ Prädiktoren) zum MNA<sup>®</sup> (*Modell II: Vorhersage des MNA<sup>®</sup>*), nicht aber Zusammenhänge zwischen den Einzelmerkmalen betrachtet.

### Feature Subset Selection (FSS)<sup>[45]</sup>

Auch dieses Verfahren entstammt dem maschinellen Lernen und wurde bei der Studienstichprobe verwendet, da eine große Anzahl an Features (N=256-318) bei einer (relativ) geringen Anzahl (N=150) von Datensätzen vorlag. Folgende Anforderungen wurden an die ausgewählten Features gestellt: Der jeweilige Parameter sollte,

- eine gute Korrelation zum MNA<sup>®</sup>, bzw. der Zielvariable („RiskMal“, Kap. 4.1.2) aufweisen,
- in allen Datensätzen existent (Imputation!) und
- mit keinem oder nur obligaten apparativen Aufwand verbunden sein.

Sinn der Selektion war es, für den gewählten Lernalgorithmus relevante (Teilmengen von) Features für zukünftige Validierungsstudien/-Analysen auszuwählen. Die FSS wurde zur Entwicklung der *Modelle I/II* (Kap. 4.4.3/4.4.4) eingesetzt (Anhang VZ.4, „*Feature Selection (using regressor)*“) und mit den weiteren Analyseversuchen (Anhang VZ.4, „*All Features*“, „*Selected (Conny’s) Features*“) verglichen.

### Fehler-BIAS-Betrachtung am Gesamtprojekt

Zufällige und systematische Fehlermöglichkeiten, insbesondere Selektions- und Informations-BIAS wurden betrachtet, Confounding, Fehler beim Clinical Monitoring oder Doppeleingaben diskutiert (Kap. 5).

### 3.5.9.3 Ergebnisdarstellung

Aufgrund des umfangreichen Datenmaterials (Kap. 4.4.1, DVD.3) und des daraus resultierend großen Auswertungsaufwandes wurden Einzelansichten der statistischen Analysen, sowie die Modelldarstellung(en) in den Anhängen VX.2 und VZ.4 aufgeführt und sind als solche dort ein-zusehen.

Generell wurden Parameter mit statistisch signifikanten Korrelationen zur Zielgröße oder untereinander grafisch, Variablen ohne solche Zusammenhänge meist nur tabellarisch dargestellt. Die Parameter des *Modell-Erstentwurfes* (Kap. 4.4.2) wurden grafisch abgebildet (*ROC-Analyse*). Quantitative, d.h. kardinale, metrische Variablen wurden in Boxplots dargestellt. Qualitative Merkmale, nominale und ordinale, konnten in Balkendiagrammen (z.T. gestapelt) zur höhenproportionalen Darstellung der Häufigkeitsverteilung(en) oder als (Sektoren-) Kreisdiagramme aufgeführt werden. Für multivariate Daten mit maximal zwei Variablen wurde ein Streudiagramm, bei mehr als zwei Variablen ein Verbunds-(Streu-)-Diagramm erstellt.

→ Weitere Besonderheiten der Ergebnisdarstellung sind am Anfang dieser Arbeit unter dem Gliederungspunkt IV: „*Methodische und stilistische Hinweise zur Betrachtung der Tabellen, Grafiken und Abbildungen*“ einzusehen.

## 4 Ergebnisse und Diskussionen

### 4.1 Teilprojekt I - „Erfassung des Ernährungszustandes mit dem MNA®“

#### 4.1.1 Scoreverteilung der Gesamtstudienstichprobe

##### MNA®-TA (MNA®-Total Assessment)

Zunächst wurde die Verteilung des MNA®-TA im Studienkollektiv untersucht. Abb. 4.1 zeigt die Punkteverteilung im Gesamtassessment inklusive der Normalverteilung:

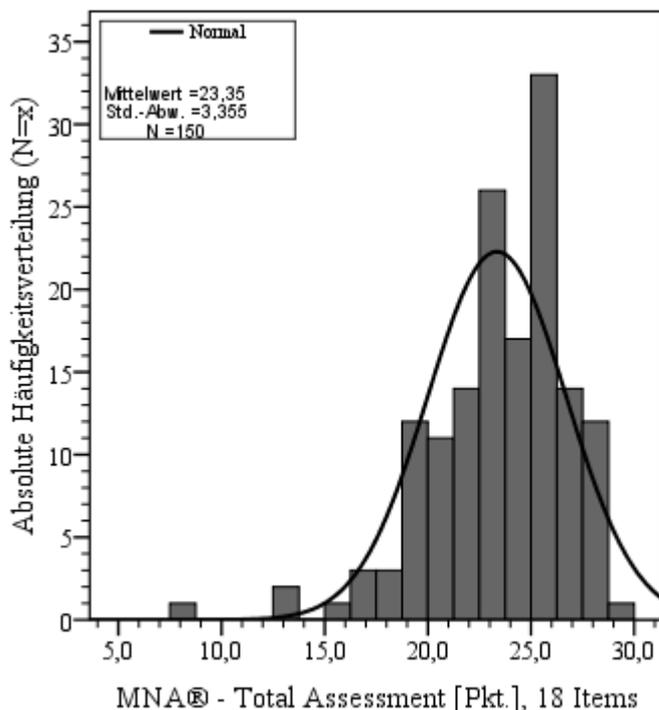


Abb. 4.1: Histogramm der Scoreverteilung innerhalb des MNA®-Total Assessments [Pkt.] - Absolute Häufigkeit(en) mit (■) Normalverteilungskurve und Deskription

Der Mittelwert des Gesamtassessments lag im oberen Drittel des MNA®II (17,0-23,5 [Pkt.]) und damit im Bereich des Mangelernährungsrisikos. Das (95%-ige) Konfidenzintervall des Mittelwertes lag zwischen [22,81;23,89]. Die weitere deskriptive Analyse ergab detailliertere Informationen (Tab. 4.1):

Tab. 4.1: Deskription des MNA®-Total Assessments [Pkt.] innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Variable	N=x	Median (Min.-Max.)	5.-25. Prz.	75.-95. Prz.	Varianz
MNA®-TA	150	24,00 (7,50-29,00)	17,50-22,00	26,50-27,50	11,30

Keiner der Teilnehmer erreichte die Maximalpunktzahl (30 [Pkt.]). Der kleinste, generierte Score lag bei 7,5 [Pkt.]. Die Scores der Frauen waren in der Stichprobe niedriger (6%) als die der Männer. Die

Männer im Kollektiv erreichten durchschnittlich  $24,3 \pm 2,5$  (19,0-28,5) [Pkt.], die Frauen  $22,5 \pm 3,7$  (7,5-29,0) [Pkt.]. Der Median weiblicher Scores lag mit 23,0 Punkten 6,7% unter dem der Männer (25,0 [Pkt.]). Der Standardfehler<sup>1</sup> betrug 0,274. Ein Zusammenhang des Geschlechts mit dem MNA<sup>®</sup>-TA konnte beschrieben werden ( $r_s = -0,267$ ,  $p < 0,01$ ), aber keiner mit dem Alter ( $r_s < 0,2$ ).

MNA<sup>®</sup>-Klassifikation(en)

Aus dem Gesamtscore [Pkt.] wurden die einzelnen MNA<sup>®</sup>-Klassen gebildet (Abb. 4.2), wodurch der hoch signifikante, negative Zusammenhang zu erklären war:

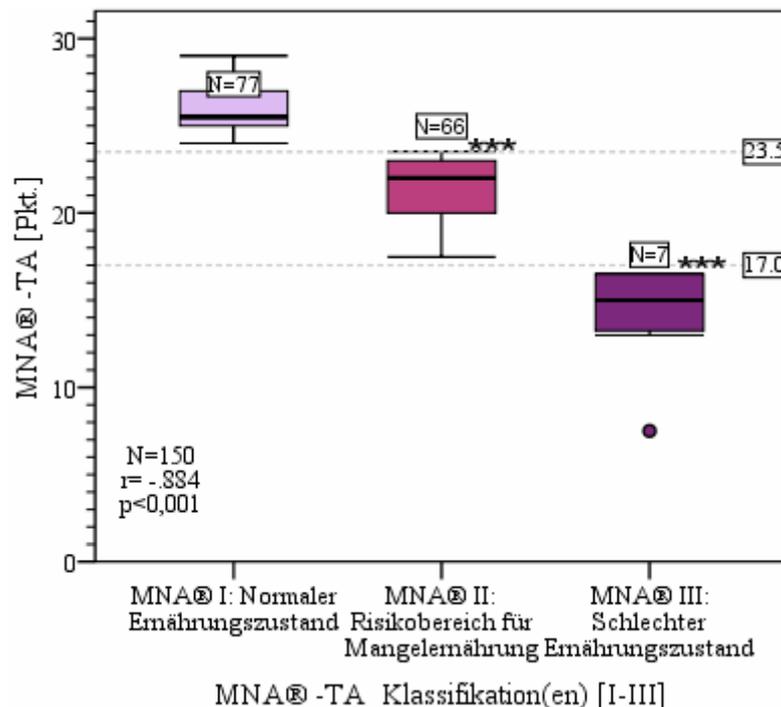


Abb. 4.2: MNA<sup>®</sup>-Klassifikation, aufgetragen als Scoreverteilung des MNA<sup>®</sup>-TA ([Pkt.] (inklusive der Klassengrenzen) gegen die Klassen I-III des Gesamtkollektivs (N=150)

Die Klassen waren sehr inhomogen verteilt. 51% der Senioren konnten dem MNA<sup>®</sup> I (>23,5 [Pkt.]) zugeordnet werden, 44% dem MNA<sup>®</sup> II ( $\geq 17,0$  bis  $\leq 23,5$  [Pkt.]) und nur 5% dem MNA<sup>®</sup> III (<17,0 [Pkt.]). Scores der Klasse III lagen tendenziell im oberen Bereich zwischen 10,0 und 17,0 [Pkt.].

<sup>1</sup>  $\sigma_{MW} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Weitere beschreibende Parameter wurden in Tab. 4.2 aufgeführt:

Tab. 4.2: Deskription der MNA<sup>®</sup>-Klassen (I-III) [Pkt.] der Gesamtstichprobe (N=150) – dargestellt als Gesamt- bzw. geschlechtsdifferente Übersicht

Variable	Geschlecht	N=x	$\bar{x} \pm SD$	Median (Min.-Max.)	5.-25.Prz.	75.-95.Prz.	Varianz
MNA <sup>®</sup> I	gesamt	77	25,80±1,30	25,50 (24,00-29,00)	24,00-25,00	27,00-28,00	1,70
	männlich	45	25,90±1,30	26,00 (24,00-28,50)	24,00-25,00	27,00-28,00	1,70
	weiblich	32	25,70±1,30	25,20 (24,00-29,00)	24,00-24,80	26,50-28,50	1,80
MNA <sup>®</sup> II	gesamt	66	21,50±1,60	22,00 (17,50-23,50)	19,00-19,50	23,00-23,50	2,70
	männlich	26	21,60±1,70	22,20 (19,00-23,50)	19,00-20,00	23,00-23,50	2,80
	weiblich	40	21,40±1,70	22,00 (17,5-23,50)	18,50-20,00	22,80-23,50	2,70
MNA <sup>®</sup> III	gesamt	7	14,10±3,20	15,00 (7,50-16,50)	7,50-13,00	16,50-16,50	10,50
	männlich	0	---	---	---	---	---
	weiblich	7	14,10±3,20	15,00 (7,50-16,50)	7,50-13,00	16,50-16,50	10,50

Der Vergleich der Mediane der Klassen ergab für MNA<sup>®</sup>I und MNA<sup>®</sup>II einen Unterschied von 12%, für MNA<sup>®</sup>II und MNA<sup>®</sup>III 23%. Die als normal ernährt gescreente Gruppe (MNA<sup>®</sup>I) differierte in ihrer Punktebewertung von der schlecht-/bzw. mangelernährten Gruppe (MNA<sup>®</sup>III) um ganze 35%. Die Modi betragen für das MNA<sup>®</sup>I: 25,0 [Pkt.], MNA<sup>®</sup>II: 23,5 [Pkt.] und das MNA<sup>®</sup> III: 16,5 [Pkt.].

Basierend auf der Klassifikation aus Tab. 4.2 wurde zusätzlich die geschlechtsdifferente Statistika grafisch ausgewertet (Abb. 4.3):

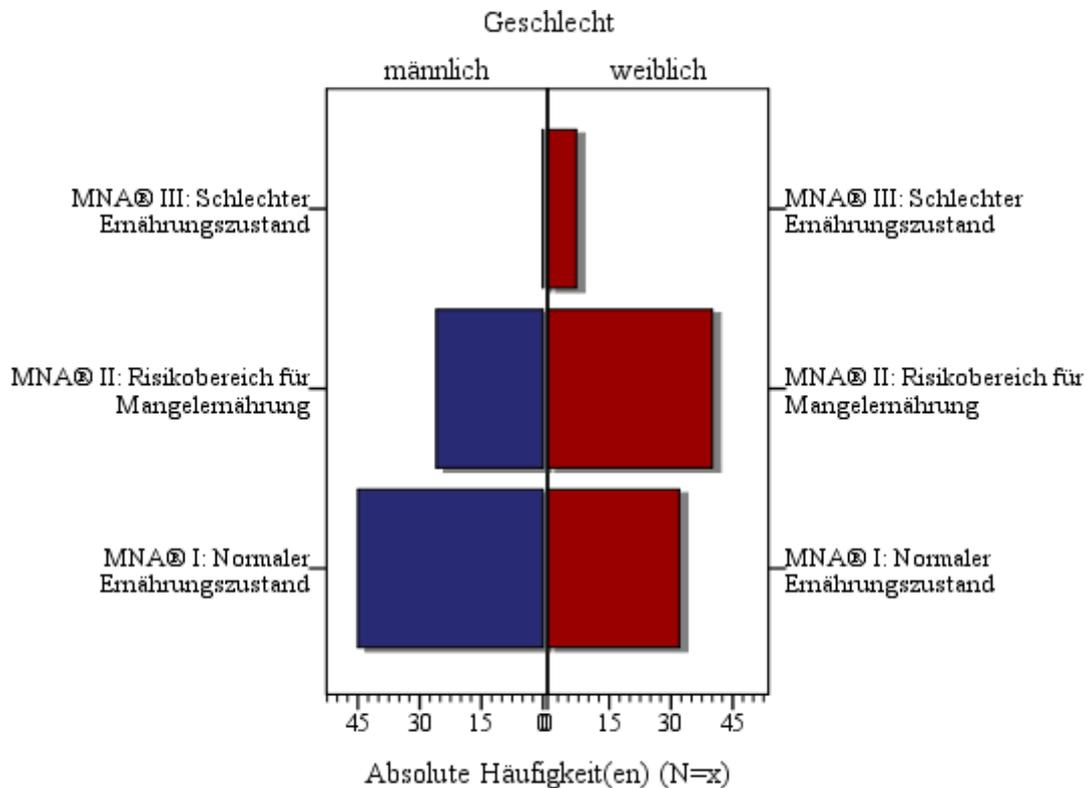


Abb. 4.3: Geschlechtsspezifische Betrachtung der Klassifikationen (MNA®I-III) des Ernährungszustandes (nach MNA®-TA) innerhalb des Gesamtkollektivs (N=150) – absolute Häufigkeit(en)

Generell waren mehr Männer (30%) als Frauen (21%) normal ernährt. Frauen im Kollektiv waren am ehesten dem Risikobereich zuzuordnen. Alle in MNA®III erfassten Senioren waren Frauen. Zwischen den MNA®-Klassen und dem Geschlecht ließ sich nur ein schwacher Zusammenhang ( $r_s=.247$ ,  $p<0,05$ ) feststellen. Eine Korrelation des Alters mit den MNA®-Klassen konnte nicht nachgewiesen werden ( $r_s<0,2$ ). Trotzdem wurde aus Gründen der besseren Orientierung bzgl. der Scoreverteilung in der Stichprobe, eine Grafik mit Altersspezifik erstellt (siehe Abb. 4.4 folgender Seite):

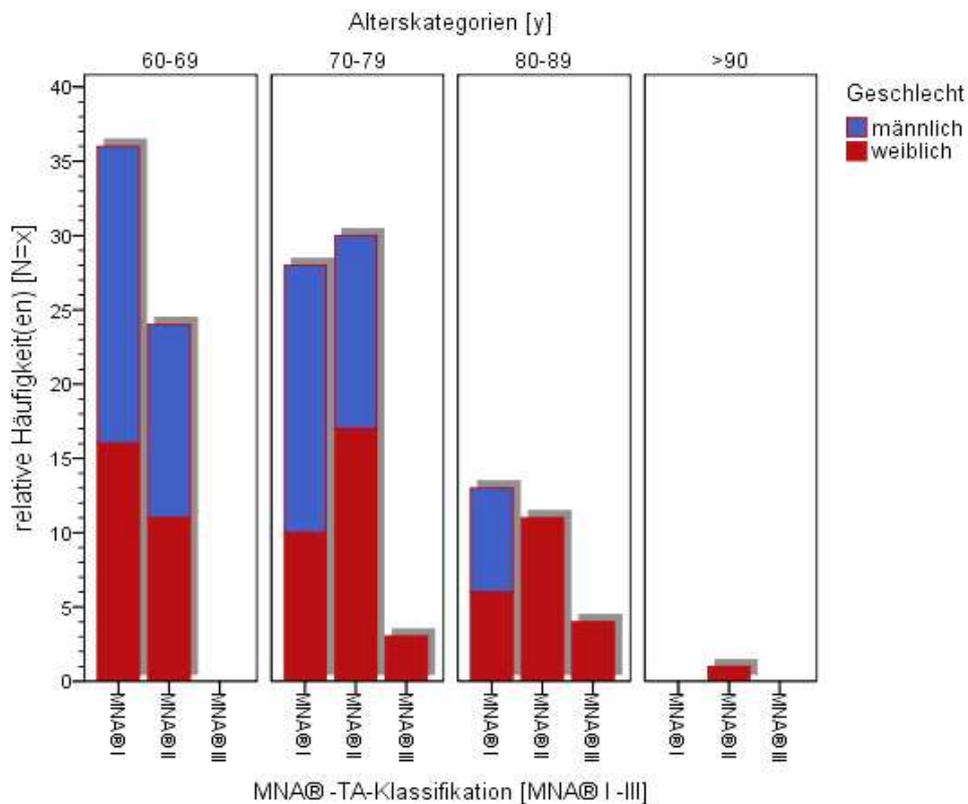


Abb. 4.4: Altersspezifische Betrachtung der Klassifikationen (I-III) des Ernährungszustandes (nach MNA®-TA) innerhalb des Gesamtkollektivs (unter Einbezug des Geschlechts) - absolute Häufigkeit(en)

Mit jeder Altersdekade sank die Wahrscheinlichkeit der Gruppe MNA® I zugeordnet zu werden sowohl im Gesamtkollektiv, wie auch innerhalb der Geschlechter. Am ehesten in die Klasse der Risikoteilnehmer eingestuft wurden Individuen zwischen dem 70. und 79. Lebensjahr. In das MNA® III wurden in dieser Stichprobe die über 70-Jährigen, besonders die der Dekade „80-89“ Jahre eingeteilt. Die einzige „Höchstbetagte“ unter den Senioren zählte zum MNA® III. Alle schlecht ernährten Senioren waren in vorliegender Studie über 70 alt und ausnahmslos Frauen.

#### 4.1.2 Formulierung des dichotomen Kriteriums „RiskMal<sup>1</sup>“

Zur genauen Vergleichbarkeit unterschiedlicher Klassen (*hier: MNA<sup>®</sup>I-III*) muss idealerweise *die gleiche* oder eine *mindestens annähernd gleiche* Klassenbreite ( $d_j$ ) vorausgesetzt werden. Diesem Umstand konnte in vorliegender Untersuchung nicht Rechnung getragen werden. Der Grund hierfür:

▪ MNA <sup>®</sup> I : N=77	} K <sub>I</sub> ↔ 51 (%)
▪ MNA <sup>®</sup> II : N=66	
▪ MNA <sup>®</sup> III : N= 7	

Um die nötige, statistische Vergleichbarkeit dennoch zu gewährleisten, wurden Klassifikationen mit hoher Inzidenz (d.h. MNA<sup>®</sup>II und MNA<sup>®</sup>III) zu einer neuen, nun dichotomen, Variable umformuliert („**RiskMal<sup>1</sup>**“).

Die Entwicklung der neuen Zielgröße „**RiskMal<sup>1</sup>**“ aus den ursprünglichen Scores wird aus Abb. 4.5 ersichtlich:

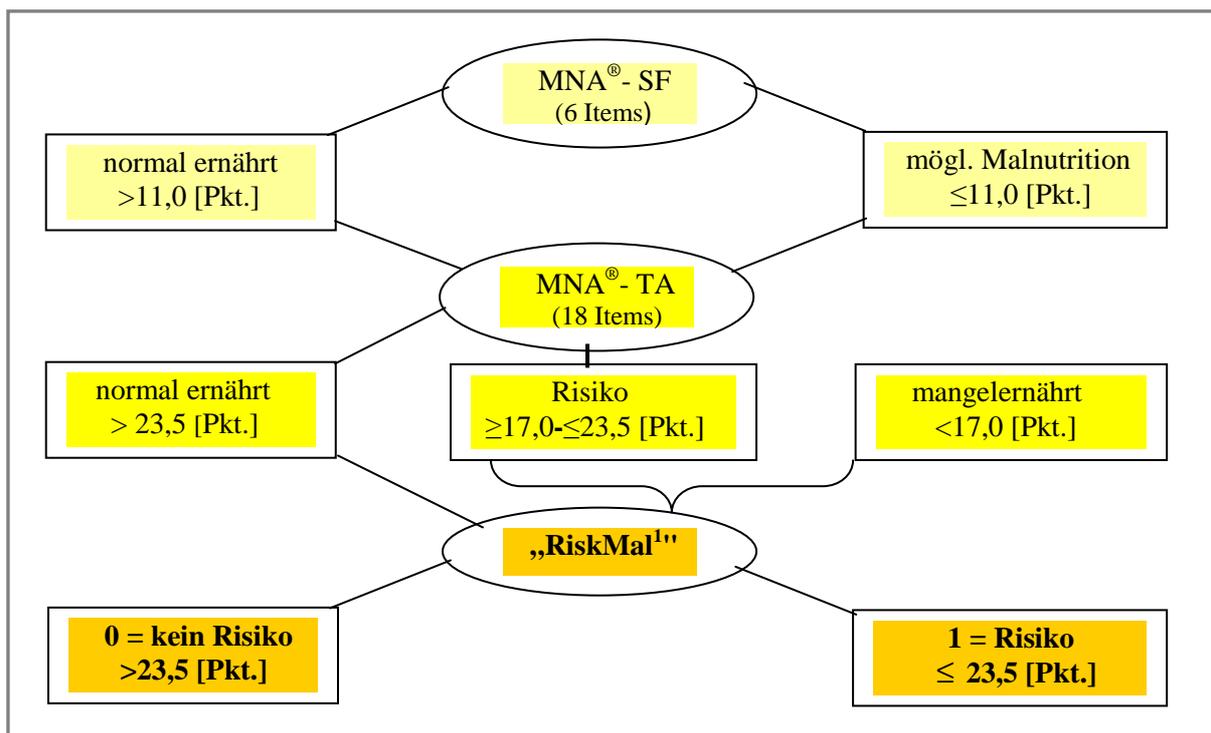


Abb. 4.5: Entwicklungsschema des neuen Zielkriteriums „RiskMal“ aus den ursprünglichen Punktescores (MNA<sup>®</sup>-SF, MNA<sup>®</sup>-TA)

<sup>1</sup> „RiskMal“ = Risiko für eine Mangelernährung (Ausprägungen: 0=kein Risiko, 1=Risiko)

Das neue Kriterium (mit seinen zwei Ausprägungen 0 und 1) wurde in Tab. 4.3 analog den Analysen in Kap. 4.1.1 (Tab 4.2) untersucht:

Tab. 4.3: Deskription der neu formulierten Variable „RiskMal“ [Pkt.] innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Variable „RiskMal“	N=x	$\bar{x} \pm SD$	Median (Min.-Max.)	5.-25.Prz.	75.-95.Prz.	Varianz
<b>0 = kein Risiko<sup>1</sup></b>	77	25,80±1,30	25,50 (24,00-29,00)	24,00-25,00	27,00-28,00	1,70
<b>1= Risiko</b>	73	20,70±2,80	21,50 (7,50-23,50)	15,00-19,50	22,50-23,50	8,10

<sup>1</sup> RiskMal=0 entspricht „MNA® I“ aus Tab. 4.2

Die neue Risikoklassifikation war nun annähernd homogen verteilt. Für fast die Hälfte der Studienteilnehmer (49%) bestand nach der neuen Bewertung ein Risiko, eine Mangelernährung zu entwickeln oder schon an dieser zu leiden. Die Risikogruppe wies um 17% niedrigere Scores auf. Die Mediane unterschieden sich um 13%. Grafisch wurde „RiskMal“ in Boxplots dargestellt (Abb. 4.6):

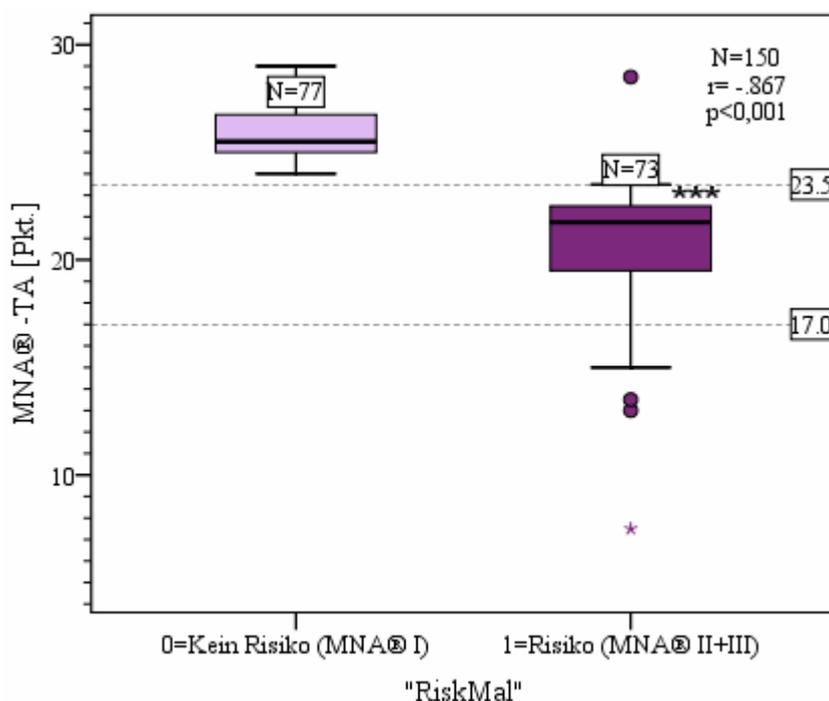


Abb. 4.6: Verteilung der neuen MNA®-Klassifikation „RiskMal“ (0=kein Risiko, 1=Risiko) im Gesamtkollektiv (N=150) – Darstellung im Boxplot

Neben dem MNA®-TA [Pkt.] korrelierte(n) auch die alte(n) Klassifikation(en) (MNA® I-III) erwartungsgemäß hoch mit dem neuen Kriterium ( $r_s = .968$ ,  $p < 0,001$ ).

Basierend auf „RiskMal“ wurden zuletzt geschlechtliche Unterschiede grafisch dargestellt (Abb. 4.7):

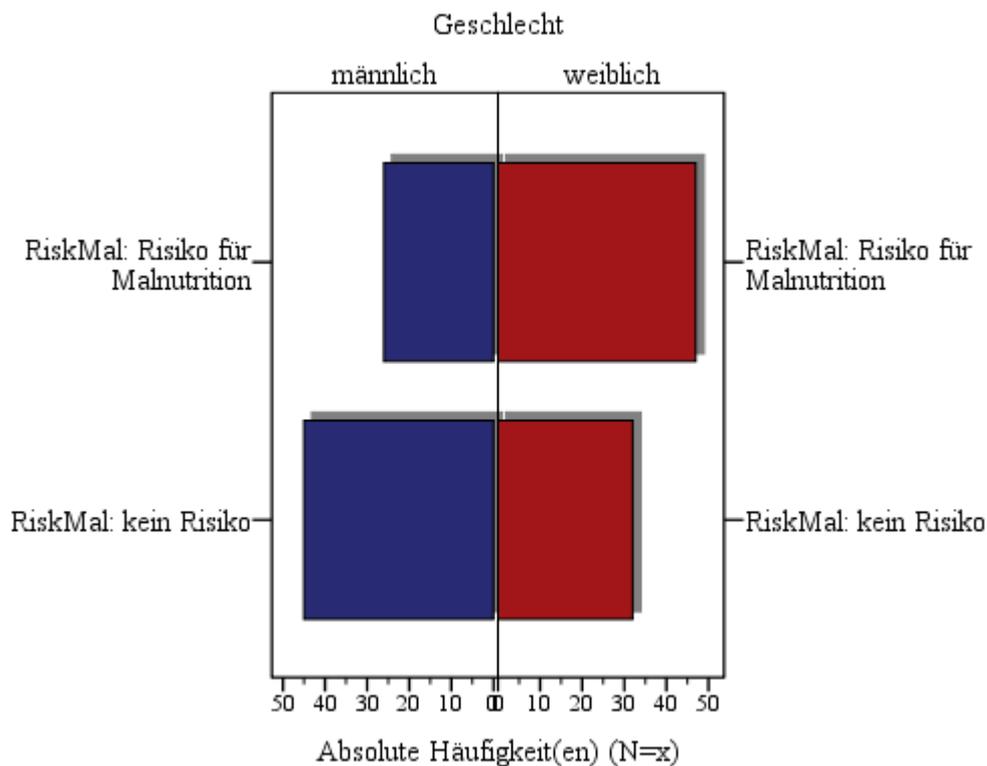


Abb. 4.7: Geschlechtsdifferente Darstellung des Mangelernährungsrisikos anhand des neuen Kriteriums „RiskMal“ (zwei Ausprägungen: 0=kein Risiko, 1=Risiko) - absolute Häufigkeit(en)

Es bestand tendenziell ein umgekehrtes Verhältnis: Die Anzahl der Frauen *mit einem Risiko* (N=47) war annähernd ähnlich groß wie die Klasse der Männer *ohne Risiko* (N=44). Die Korrelationsanalyse ergab (wie bei den MNA<sup>®</sup>-Klassen) nur einen schwachen Zusammenhang des Geschlechts mit „RiskMal“ ( $r_s=.204$ ,  $p<0,05$ ). Für das neue Kriterium konnte keine Abhängigkeit vom Alter gefunden werden ( $r_s<0,2$ ).

Stärkster Indikator einer Mangelernährung (abgebildet durch „RiskMal“) war die Hilfsbedürftigkeit bei der Nahrungsaufnahme ( $p<0,01$ ), gefolgt von dem Umstand, in einem Seniorenheim zu leben ( $p<0,01$ ).

#### Spezifikationsanalyse des MNA<sup>®</sup>-TA versus „RiskMal“

Die Sensitivität lag bei 99%, die Spezifität bei 100%. Die OPV betrug 99%. Mittels ROC-Analyse wurde eine  $auROC_{MNA-TA}$  von 0,987 (KI [0,961;1,013]) ermittelt.

**Fazit:** Das neue Kriterium „RiskMal“ war den Berechnungen zur Folge der alten Klassifikation (MNA<sup>®</sup> I-III) sehr ähnlich und zur weiteren Analyse geeignet.

### 4.1.3 MNA<sup>®</sup>-Short Form versus MNA<sup>®</sup>-Total Assessment

#### MNA<sup>®</sup>-SF (MNA<sup>®</sup>-Short Form)

Die MNA<sup>®</sup>-SF diente der initialen Erfassung der ersten sechs Items des Ernährungszustandes und war gleichzeitig die Voranamnese des MNA<sup>®</sup>-TA.

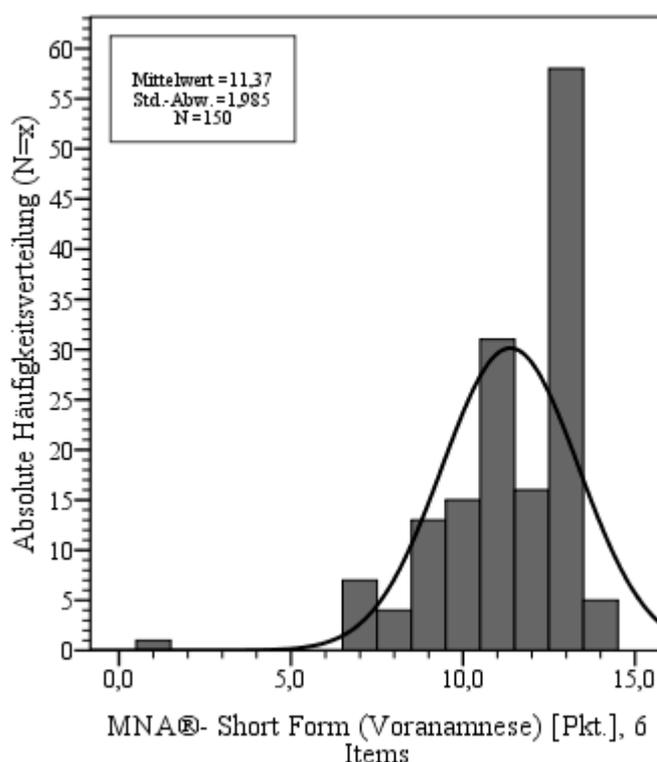


Abb. 4.8: Histogramm der Scoreverteilung (N=x) innerhalb der MNA<sup>®</sup>-Short Form [Pkt.] – absolute Häufigkeit(en) mit (■) Normalverteilungskurve

Das arithmetische Mittel lag im Bereich der MNA<sup>®</sup>-SF Klasse I (über 11,0 [Pkt.]) und somit im Bereich des normalen Ernährungszustandes. Der Median betrug 12,0 (1,0-14,0) [Pkt.] bei einem KI [11,05; 11,69] (Standardfehler = 0,16). Eine Frau wurde mit nur einem Punkt, dem absoluten Minimum der Voranamnese, bewertet. Die Varianz lag bei 3,94. Die weitere Deskription (Tab. 4.4):

Tab. 4.4: Deskription der MNA<sup>®</sup>- „Short Form“-Klassen [Pkt.] der Gesamtstichprobe (N=150)

Variable	N=x	$\bar{x} \pm SD$	Median (Min.-Max.)	5.-25.Prz.	75.-95.Prz.	Varianz
MNA <sup>®</sup> -SF I <sup>1</sup>	79	12,90±0,50	13,00 (12,00-14,00)	12,00-13,00	13,00-14,00	0,20
MNA <sup>®</sup> -SF II <sup>2</sup>	71	9,7±1,70	10,00 (1,00-11,00)	7,00- 9,00	11,00-11,00	2,80

<sup>1</sup> Klasse I der Short Form (>11,0 [Pkt.])

<sup>2</sup> Klasse II der Short Form (≤11,0 [Pkt.])

Innerhalb der MNA<sup>®</sup>-SFI wurden am häufigsten 13,0 [Pkt.], in der MNA<sup>®</sup>-SFII 11,0 [Pkt.] beobachtet (Modi). Die Korrelationsanalyse nach Spearman ergab für den Zusammenhang zwischen dem MNA<sup>®</sup>-SF [Pkt.] und den daraus gebildeten Klassen (MNA<sup>®</sup>-SFI [Pkt.] und MNA<sup>®</sup>-SFII [Pkt.]) einen erwartungsgemäß hohen  $r_s=0,897$  ( $p<0,01$ ). Die Punktwerte der MNA<sup>®</sup>-SF I ( $>11,0$  [Pkt.]) waren um 23% höher als die der MNA<sup>®</sup>-SFII ( $\leq 11,0$  [Pkt.]). Die MNA<sup>®</sup>-SF wies weder im Hinblick auf das Geschlecht, noch auf das Alter relevante Zusammenhänge auf ( $r_s<0,2$ ).

MNA<sup>®</sup>-SF versus MNA<sup>®</sup>-TA

Um der Frage nachzugehen, ob die MNA<sup>®</sup>-SF bzw. das MNA<sup>®</sup>-TA die neue Zielgröße „RiskMal“ gut abbilden, wurden weitere Berechnungen durchgeführt. Zunächst wurden die Zusammenhänge zwischen den Scores unter Berücksichtigung des neuen Kriteriums betrachtet (Abb. 4.9):

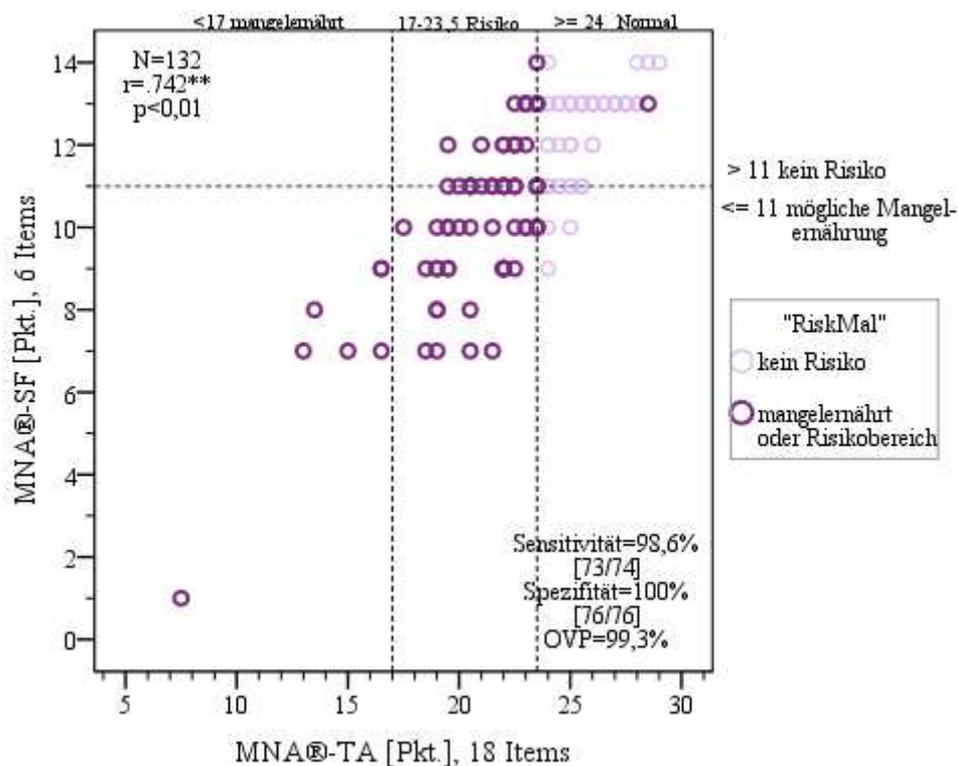


Abb. 4.9: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der MNA<sup>®</sup>-Vor (SF)- und Haupt- (TA) Anamnese und dem neuen Kriterium „RiskMal“ (0=kein Risiko, 1=Risiko) – Übersicht über die Verteilung des Gesamtkollektivs innerhalb der Grenzbereiche der einzelnen Verfahren, inklusive der Korrelation (nach Spearman) und Spezifikation (Sensitivität, Spezifität, Overall Predictive Value)

Die Short Form bildete das TA gut ab, besaß eine hohe Sensitivität, Spezifität und Nachtestwahrscheinlichkeit. Die *auROC*’s waren signifikant von der „Diagonalen“ verschieden ( $auROC_{SF\ vs.\ TA}=0,866$  vs. 1,000), wiesen also eine hohe Trennschärfe bezogen auf „RiskMal“ auf. Auch der

Zusammenhang zwischen dem MNA<sup>®</sup>-SF [Pkt.] und „RiskMal“ betrug  $r_s=.792$ ,  $p<0,01$  (Sensitivität=82%, Spezifität=78%, OPV=80%).

Stärkster Indikator im Bezug auf „RiskMal“ waren im MNA<sup>®</sup>-SF ein reduzierter Appetit ( $p<0,01$ ), gefolgt von einer eingeschränkten, d.h. auf das Haus beschränkten, Mobilität ( $p<0,01$ ).

### 4.1.4 Anteil der MNA<sup>®</sup>-Einzelassessments am Gesamtscore

Zunächst wurde der prozentuale Anteil der Punktwerte der Einzelassessments (MNA<sup>®</sup>-QS) am Gesamtscore [Pkt.] (MNA<sup>®</sup>-TA) grafisch dargestellt (Abb. 4.10):

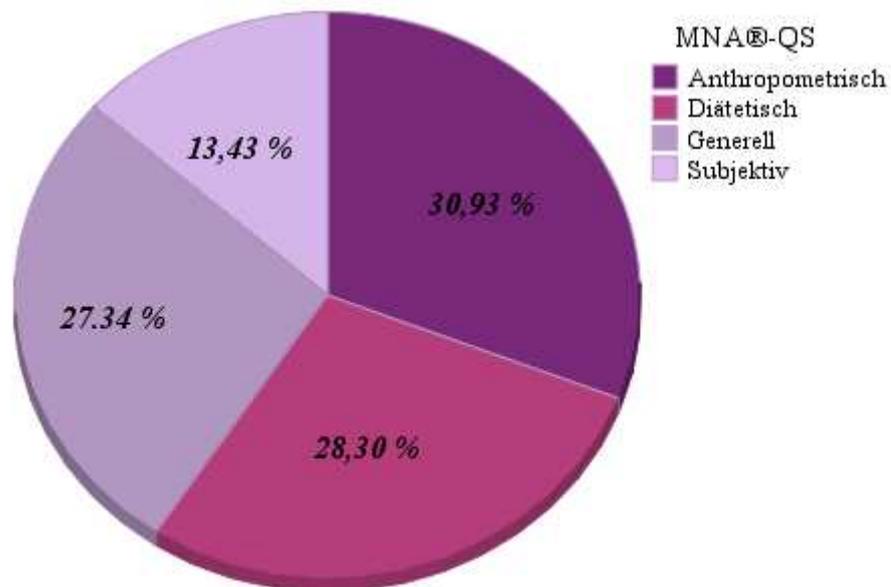


Abb. 4.10: Prozentualer Anteil der MNA<sup>®</sup>-QS [Pkt.] am Gesamtscore MNA<sup>®</sup>-TA [Pkt.], dargestellt für das geriatrische Gesamtkollektiv (N=150)

Innerhalb des hier beschriebenen Seniorenkollektivs machte die Bepunktung im AA (Anthropometrisches Assessment) mit 31% den grössten Anteil am Gesamtassessment aus. Dicht dahinter mit nur 3% Differenz lag das DA (Diätetische Assessment), gefolgt von GA (Generelles Assessment) und SA (Subjektives Assessment) ( $\Delta$  DA, GA= 1%).

Um den Einfluss der MNA<sup>®</sup>-QS [Pkt.] auf „RiskMal“ zu betrachten, wurden weitere Analysen durchgeführt. Bei allen vier Einzelassessments (AA, DA, GA, SA) konnte ein Unterschied zwischen den Geschlechtern festgestellt werden (Tab. 4.5), der aber nur für das AA schwach signifikant ausfiel

## Ergebnisse TI

( $p < 0,05$ ). Die Frauen in der Stichprobe hatten tendenziell geringere Scoremittelwerte innerhalb der einzelnen MNA<sup>®</sup>-QS:

Tab. 4.5: Deskription der MNA<sup>®</sup>-Questions [Pkt.] (Einzelassessments: AA, DA, GA, SA) innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

MNA <sup>®</sup> -QS <sup>1</sup>	Max. Score [Pkt.]	RiskMal			p''
		gesamt (0- 30 Pkt.)	(1=) Risiko (<23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
		Median (Min.-Max.)	Median (Min.-Max.)	Median (Min.-Max.)	
AA <sup>2</sup> männlich*		8,00 (5,00-8,00)	7,00 (5,00-8,00)	8,00 (5,50-8,00)	
weiblich <sup>***</sup>		7,50 (0,00-8,00)	7,00 (0,00-8,00)	8,00 (6,00-8,00)	
gesamt	8	8,00 (0,00-8,00)	7,00 (0,00-8,00)	8,00 (5,50-8,00)	-,415**
DA <sup>3</sup> männlich		7,50 (1,00-9,00)	5,50 (1,00-8,50)	8,00 (2,50-9,00)	
weiblich		7,00 (2,50-9,00)	5,50 (2,50-9,00)	7,75 (5,00-9,00)	
gesamt	9	7,00 (0,00-9,00)	5,50 (0,00-9,00)	8,00 (2,5-9,00)	-,605**
GA <sup>4</sup> männlich		7,00 (4,00-9,00)	5,00 (4,00-8,00)	7,00 (5,00-9,00)	
weiblich		7,00 (1,00-9,00)	5,00 (1,00-8,00)	8,00 (6,00-9,00)	
gesamt	9	7,00 (1,00-9,00)	5,00 (1,00-8,00)	7,00 (5,00-9,00)	-,638**
SA <sup>5</sup> männlich		3,00 (1,50-4,00)	3,00 (2,00-4,00)	3,00 (1,50-4,00)	
weiblich		3,00 (0,00-4,00)	3,00 (0,00-4,00)	3,00 (1,00-4,00)	
gesamt	4	3,00 (0,00-4,00)	3,00 (0,00-4,00)	3,00 (1,00-4,00)	-,221*

<sup>1</sup> MNA<sup>®</sup>-Questions= MNA<sup>®</sup>-Einzelassessments

<sup>2</sup> Anthropometric Assessment= Anthropometrische Daten

<sup>3</sup> Dietary Assessment= Dietätische Fragen

<sup>4</sup> General Assessment= Allgemeine Anamnese

<sup>5</sup> Subjective Assessment= Subjektive Einschätzung

\* gesamt: N=71, Risiko N=26, kein Risiko N=45

MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>2</sup> Anthropometric Assessment= Anthropometrische Daten

<sup>3</sup> Dietary Assessment= Dietätische Fragen

<sup>5</sup> Subjective Assessment= Subjektive Einschätzung

<sup>\*\*\*</sup> gesamt N=79, Risiko N=47, kein Risiko N=32

\*\* Rangkorrelationskoeffizient  $r$  nach Spearman-Rho,  $p < 0,05$

Die Auswertung der (Einzel-)Assessments gegen „RiskMal“ ergab für alle Risikopatienten geringere arithmetische Mittel. Tendenziell zeigte auch die geschlechtsdifferente Betrachtung der Scorewerte niedrigere Werte im Risikobereich auf. Drei Frauen mit einem Risiko erreichten im AA bzw. SA nicht einmal einen Punkt. Teilnehmer mit einem Risiko wiesen für das GA um 22% niedrigere Werte auf als solche ohne Risiko. Beim DA handelte es sich um 21%, gefolgt vom AA mit 12 % und dem SA mit 8%. Diese Verteilung bestätigte sich im Vergleich der Ergebnisse des Gesamtkollektives und der Risikoklasse(n).

Die prozentuale(n) Abhängigkeit(en) konnte(n) in der Korrelationsanalyse bestätigt werden. Der höchste Zusammenhang zu „RiskMal“ bestand demnach für das GA ( $p < 0,01$ ), gefolgt vom DA ( $p < 0,01$ ) und AA ( $p < 0,01$ ). Als kaum relevant zeichnete sich die Analyse des SA ab ( $p < 0,05$ ).

Der Einfluss der MNA<sup>®</sup>-QS-Verteilung [Pkt.] auf die Detektion eines Risikos („RiskMal“) gestaltete sich den ROC-Analysen zur Folge abschließend wie folgt ( $p < 0,05$ ):

**GA:**  $auROC_{GA} = .859$  > **DA:**  $auROC_{DA} = .847$  > **AA:**  $auROC_{AA} = .713$  > **SA:**  $auROC_{SA} = .623$

### 4.1.5 Diskussion und Zusammenfassung

Im vorliegenden Teilprojekt **TI** wurde die aktuelle Ernährungssituation der Gesamtstichprobe (N=150) mit dem Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>-Tool, d.h. mit der Voranamnese (MNA<sup>®</sup>-SF) und dem Hauptassessment, ermittelt. Die Einzelaussessments (MNA<sup>®</sup>-QS), aus denen der MNA<sup>®</sup>-Score generiert wurde, wurden in einer separaten Auswertung betrachtet. Mögliche Fehler-BIAS wurden in Kap. 5 diskutiert. Bevorzugt wurden europäische und deutsche Vergleichsstudien, da das MNA<sup>®</sup> nicht ohne Weiteres gleich gut auf alle Nationen und Lebensstile übertragbar ist<sup>[46]</sup>.

#### Patientenkollektiv

Insgesamt konnte die Studienstichprobe als repräsentativ für überwiegend „autark“ lebende, in der Literatur als „free-living“ oder „community-dwelling“ bezeichnete Senioren betrachtet werden.

In dieser Untersuchung wurde ein gemischtes, multimorbides, geriatrisches Kollektiv rekrutiert. Da es sich um eine multizentrische Studie handelte, wurde ein differentes Spektrum an Erkrankungen und Lebensformen von Senioren („free-living“, hospitalisiert, institutionalisiert) erfasst. Daraus resultierte zunächst ein inhomogenes Kollektiv. Den größten Teil (78%) machten die unabhängig lebenden, ambulant in einer Gedächtnissprechstunde rekrutierten, Probanden aus (Patienten mit schweren kognitiven Einbußen wurden nicht in die Studie einbezogen). Hinzu gesellten sich 16% Bewohner eines Senioren- und Pflegeheimes und nur 6% entstammten einem Krankenhaus (internistische Abteilung). Der niedrige Anteil an hospitalisierten und institutionalisierten Senioren ergab sich aus deren schwierigen Rekrutierung. Hospitalisierte waren überdurchschnittlich häufig so akut erkrankt, dass sie von einer Studienteilnahme absahen oder sie mussten ausgeschlossen werden, da sie Herzschrittmacher o.ä. implantiert hatten. Hauptproblem bei den Heimbewohnern war das verblässende anfängliche Studieninteresse bzw. konnten sich registrierte Interessenten aufgrund beginnender kognitiver Mängel nicht mehr an ihre Zusage erinnern und verweigerten anschließend die Teilnahme. Andere äußerten zwar generelles Interesse, waren aber zu keiner Blutentnahme oder dem Bukkal-mukosaabstrich bereit.

Als „geriatrisch“ werden zumeist Personen über 65 Jahren<sup>[47],[48]</sup> bezeichnet. Deshalb stellte sich die Frage nach dem Einsatz des MNA<sup>®</sup> als geeignete Methode für dieses Kollektiv. Das MNA<sup>®</sup> wurde ursprünglich für Menschen ab dem 65. Lebensjahr entwickelt, die eher gebrechlich („frail elderly“) sind. In dieser Untersuchung waren 17% der Senioren zwischen 60-64 Jahre alt und demnach eigentlich nicht optimal für ein Assessment mit dem MNA<sup>®</sup> geeignet. Verwertbare Vergleichsdaten für  $\geq 60$ -Jährige lieferten u.a. die Untersuchungen von ALVES DE REZENDE ET AL. (2005) (Tab. 4.6)<sup>[49]</sup>. Deren Probanden wurden in 60-69, 70-79 und über 80-Jährige unterteilt. Ihre MNA<sup>®</sup>-Prävalenzen für Mangelernährung zeigten Bereiche, die mit Studien mit Teilnehmern  $>65$  [y] vergleichbar waren. Außerdem handelte es sich in vorliegender Studie überwiegend um unabhängig

lebende Senioren, weshalb bisher durchgeführten (Vergleichs-) Studien (Tab. 4.6) zur Folge eher geringere Risikoprävalenzen zu erwarten waren. In diesem Kollektiv bestand ein Zusammenhang zwischen Gebrechlichkeit, repräsentiert durch das Leben in einem Senioren-/Pflegeheim und einem erhöhten Mangelernährungsrisiko.

**Fazit:** Das untersuchte Probandenkollektiv war überwiegend unabhängig lebend und nur teilweise gebrechlich. 17% der Teilnehmer lagen mit ihren 60-64 Jahren unterhalb der 65 Jahre und damit unterhalb der Grenze, ab der das MNA<sup>®</sup> validiert ist. Dennoch existieren Studien mit Probanden unter 65 Jahren, die einen Vergleich zuließen.

### Einsatz des MNA<sup>®</sup>

Das MNA<sup>®</sup> war den Analysen zur Folge gut für das geriatrische Kollektiv geeignet. Für die Anwendung des MNA<sup>®</sup> in dieser Untersuchung sprach die Tatsache, dass dazu generell kein Fachwissen, keine besondere Schulung oder Erfahrung nötig war<sup>[37]</sup>. Der materielle Aufwand hielt sich in Grenzen. Benötigt wurden lediglich eine Waage, ein Maßband und eine Meßlatte. Das MNA<sup>®</sup> beinhaltete sowohl ein Screening (MNA<sup>®</sup>-SF), als auch ein Assessment (MNA<sup>®</sup>-TA) und war vom zeitlichen Aufwand akzeptabel. Die Unterscheidung in zunächst drei Klassen (normal ernährt, Risiko, mangelernährt) und desweiteren der Angabe eines exakten Punktescores (0-30 [Pkt.]) eignete sich hervorragend, um in einer Software wie *geroMAT* einen Risikobereich anhand eines Punktescores darzustellen. Außerdem war das MNA<sup>®</sup> für die „alternde“ Stichprobe ideal, da physische wie psychische Aspekte beleuchtet wurden und somit die Probleme im Senium (Funktionalität/Mobilität, Depressionen/kognitive Beeinträchtigungen) abbildeten<sup>[37]</sup>. Neben unabhängig lebenden Senioren lagen auch genug Daten über ambulant Versorgte, Hospitalisierte und Institutionalisierte vor<sup>[49],[59],[63]</sup>.

Dennoch gab es Schwierigkeiten mit dem MNA<sup>®</sup>. Die Körpergröße floss als wichtiger Bestandteil der BMI-Berechnung [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] in den MNA<sup>®</sup> (Frage F) mit ein. Senioren mit Wirbelsäulendeformitäten waren schwer mit den üblichen Methoden zu vermessen. Schwierig war es weiter, Teilnehmer, deren kognitive Fähigkeiten beeinträchtigt waren, nach z.B. der Selbsteinschätzung ihres Ernährungs-/oder Gesundheitszustandes (Frage(n) O, P), zu interviewen. Bei 5% musste die Antwort „weiß es nicht“ gewählt werden, da die Autorin keine oder eine diffuse Antwort erhielt. Trotzdem erhielten die Probanden für diese Antwort zwischen 0,5 (P) und 1,0 (B, O) Punkte. Fokussierendes Nachfragen ergab häufig eher schlechtere Situationen (Bepunktung=0 [Pkt.]), wodurch eine eher zu hohe (d.h. falsch positive) Bewertung der Antwort „weiß es nicht“ im Gesamtscore anzunehmen war, falls nicht, wie in dieser Studie geschehen, explizit nachgefragt wurde. Diese und weitere Items (Häufigkeit der Zufuhr einzelner Lebensmittel oder Medikamente) waren bei kognitiv beeinträchtigten Senioren häufig nur unter Anwesenheit von Pflegepersonal oder Angehörigen abfragbar. Deshalb wurden, wenn möglich, Angehörige mit in die Studiensitzung gebeten. Generell bestand aufgrund der Ausdruckweise

der Patienten das Problem, Antworten falsch zu deuten oder (ohne Nachfragen) nicht genau differenzieren zu können. Die Einordnung der Punktwerte wurde dadurch erschwert. So erschien die Kategorisierung der Stärke einer Demenz oder Depression (Frage E) ohne einen entsprechenden Test in der Kürze der Zeit als schwierig. Aus diesem Grund wurde der MMSE bzw. der BDI im Anschluß an das MNA<sup>®</sup> durchgeführt. Zudem fasste das MNA<sup>®</sup> eine Vielzahl von Items (18) zu einem Score zusammen, woraus die eigentliche Lage des Problems (z.B. diätetisch oder kognitiv ?) nicht mehr ausreichend nachvollziehbar war. Deshalb erschien es sinnvoll, nicht alleine den Gesamtscore zu betrachten, sondern zusätzlich die Einzel-Items. Diesem Umstand wurde in der Studie Rechnung getragen, indem die MNA<sup>®</sup>-Einzelaussessments (MNA<sup>®</sup>-QS) separat betrachtet wurden (4.1.4).

**Fazit:** Das MNA<sup>®</sup> war zum Einsatz als Referenzmethode für die *geroMAT*-Entwicklung geeignet. Diskutierte Mängel des Assessments konnten durch genauere Befragung, den Einbezug von Angehörigen und die detaillierte Betrachtung der Einzel-Items (MNA<sup>®</sup>-QS) umgangen oder behoben werden.

### Dichotomes Kriterium „RiskMal“

Zur Auswertung der Studie war die Bildung einer neuen Variable erforderlich. Das MNA<sup>®</sup> detektiert bei einer unabhängig lebenden Seniorenpopulation hauptsächlich „Life-Style“-Faktoren und das „*Risiko einer Mangelernährung*“, während der BMI und Serumproteine noch normal sein können<sup>[55]</sup>. Deshalb war die Wahl einer speziellen „Risikovariablen“ für dieses Kollektiv, wie sie „RiskMal“ darstellte, für die Umwandlung der relativ inhomogen verteilten MNA<sup>®</sup>-Klassenbreiten ( $d_{\text{normal}}=51\%$ ,  $d_{\text{Risiko}}=44\%$ ,  $d_{\text{mangelernährt}}=5\%$ ) als günstig zu beurteilen. Die entstandenen neuen Klassen (Risiko, kein Risiko) waren annähernd homogen verteilt ( $d_{\text{Risiko}}=49\%$ ,  $d_{\text{kein Risiko}}=51\%$ ). Der Zusammenhang zwischen dem MNA<sup>®</sup>-TA und „RiskMal“ war hochsignifikant ( $p<0,001$ ). Auch andere Forscher nahmen diese Einteilung vor. CHRISTENSSON ET AL. (2002)<sup>[56]</sup> erfassten damit ganze 79% Risikopatienten (MNA<sup>®</sup> II+III) in einem Kollektiv von Senioren in betreutem Wohnen. Und auch DE GROOT LCPGM ET AL. (1998)<sup>[57]</sup> unterteilten ihre Teilnehmer (SENECA) in Risikopatienten und normal Ernährte. Dieses Kollektiv (N=783) war dem vorliegenden sehr ähnlich, da es fast ausschliesslich aus „free-living-elderly“ bestand. Die (Risiko-) Prävalanz lag in der SENECA-Population bei 45%. Die abschließende ROC-Analyse der neuen Variable „RiskMal“ bestätigte die Autorin in deren Anwendung als Zielkriterium mit einer fast optimalen Trennschärfe ( $auROC_{\text{RiskMal}}=.987$ ).

**Fazit:** Die aus dem MNA<sup>®</sup>-TA generierte Variable „RiskMal“ (Risiko/kein Risiko) bildete die Prävalenz eines Mangelernährungsrisikos sehr gut ab. Aufgrund ihrer hohen Trennschärfe war die neue, dichotome Zielgröße für die Einschätzung des Risikos sehr gut geeignet. Aus einer zunächst relativ inhomogenen Klassenverteilung (MNA<sup>®</sup> I-III) wurde ein homogenes Kriterium.

Scoreverteilung im Gesamtkollektiv

Erstes Ziel in TI war es, einen Überblick über die Scoreverteilung (MNA®-TA) im rekrutierten Kollektiv zu erhalten. 5% der in dieser Studie untersuchten Senioren waren dem MNA® nach mangelernährt, 44% wiesen ein Risiko auf, eine Mangelernährung zu entwickeln, während die restlichen 51% einen normalen Ernährungszustand aufwiesen. Dieses Ergebnis war vergleichbar mit anderen, in der BRD durchgeführten Untersuchungen<sup>[139]</sup>. Vernachlässigt man die Unterscheidung einzelner Fachrichtungen und Lebensumstände, so waren dabei zwischen 2% und 23% der Senioren mangelernährt, bei 21-51% bestand ein Risiko dafür<sup>[63]</sup>. Prävalenzzahlen dieser und weiterer Studien, wie sie aus der Literatur bekannt sind, wurden in Tab. 4.6 aufgeführt:

Tab. 4.6: Aktueller Literaturüberblick über die Prävalenz der Mangelernährung in geriatrischen Kollektiven

Autor (Erscheinungsjahr)	Kollektiv - Herkunft	Kollektiv - Art	Probanden (N=x)	Alter <sup>1</sup> [y] (MW±SD)	MNA <sup>®</sup> II (%)	MNA <sup>®</sup> III (%)
GUIGOZ Y et al. (2002) <sup>[531]</sup>	?	unabhängig lebend <sup>2</sup>	>10.000 (gesamt)	>65,0	-	1
		ambulante, häusliche Pflege			-	4
		hospitalisiert			-	20
		institutionalisiert			-	37
GUIGOZ Y et al. (2006) <sup>[621]</sup>	gemischt (Literaturrecherche)	unabhängig lebend <sup>2</sup>	14.149		24±0,4	2±0,1
		ambulante, häusliche Pflege	3.119		45±0,9	9±0,5
		hospitalisiert	8.596		46±0,5	23±0,5
		institutionalisiert	6.821		51±0,6	21±0,5
CUERVO M et al. (2008) <sup>[601]</sup>	Spanien	unabhängig lebend <sup>2</sup>	22.007	75,0±7,0	20,8 m <sup>1</sup>	3,4 m
DE GROOT LCPGM et al. (1998) <sup>[571]</sup>	8 Europäische Länder <sup>III</sup>	unabhängig lebend <sup>2</sup>	783	74-79	44	1
				75,0± ...		
FELDBLUM I et al. (2007) <sup>[581]</sup>	Israel	hospitalisiert (internistisch)	259	(unbekannt)	81,5	18,5
HENGSTERMANN S et al. (2008) <sup>[611]</sup>	Deutschland (Berlin)	hospitalisiert, multimorbid	808	77,1±9,0	65	20
ALVES DE REZENDE CH et al. (2005) <sup>[491]</sup>	Brasilien	institutionalisiert	153	76,9±9,7	45,7	18,3
PAULY, STEHLE P, VOLKERT D (2007) <sup>[592]</sup>	Europa/USA/Kanada	institutionalisiert	41-6.832	> 65,0	37-62	2-38
KAISER R et al. (2009) <sup>[631]</sup>	Deutschland (Nürnberg)	institutionalisiert	200	84,5±7,9	-	15,2

<sup>1</sup> männlich

<sup>2</sup> weiblich

<sup>2</sup> Community-dwelling<sup>2</sup>, "free-living"

<sup>1</sup> Range [y] (MW=SD unbekannt)

<sup>III</sup> SENECA- Studie: Survey in Europe on Nutrition and the Elderly, a Concerted Action

Aus Tab. 4.6 wurde deutlich, dass unabhängig lebende Senioren eine eher niedrigere Prävalenz (1-4,8%) aufwiesen als ambulant versorgte (4-9%), hospitalisierte (18,5-23%) oder institutionalisierte (2-38%). Schwankungen dieser Bereiche waren durch unterschiedliche Kollektivmerkmale und das individuelle Studiendesign zu erklären. Die überwiegend selbstständig lebende Stichprobe dieser Studie lag mit 5% Mangelernährung eher über Untersuchungen gleichen Kollektivs. 22% der Senioren waren aus Heim oder Krankenhaus rekrutiert worden und erhöhten so höchstwahrscheinlich die allgemeine Prävalenz. Mit 44%-igem Risiko (MNA®II) war diese Studie vergleichbar mit den

Ergebnissen der SENECA-Population. Bei den aufgeführten Studien wiesen die „free-living“-Populationen prozentual mehr als viermal so hohe Ergebnisse im Risikobereich auf als im Bereich der Mangelernährung. Dies bestätigte sich in vorliegender Stichprobe. Weiterhin waren alle als mangelernährt erfassten Teilnehmer dieser Untersuchung Frauen. Analog dazu waren in der Auswertung nach CUERVO M ET AL. (2008)<sup>[60]</sup> mehr Frauen mangelernährt und öfter in der Risikogruppe vertreten (Tab. 4.6). In einer weiteren Studie, allerdings mit institutionalisierten Patienten, konnten ALVEZ DE REZENDE CH ET AL. (2005)<sup>[49]</sup> bei über 80-jährigen Frauen eine Prävalanz von 23% (vs. 6% bei Männern) mit signifikant niedrigeren Scorewerten erfassen ( $p < 0,05$ ). In dieser Untersuchung wurde ab dem 70. Lebensjahr ein tendenziell steigendes, aber nicht signifikantes ( $r < 0,2$ ) Risiko beobachtet, eine Mangelernährung zu entwickeln. Dieser Trend könnte durch die Tatsache begründet sein, dass Frauen aufgrund ihrer höheren Lebenserwartung häufiger ein Alter erreichen, in sich Mangelernährung durch die verschiedensten Einflussfaktoren entwickeln kann. Mit dem Alter reduzieren sich häufig Nahrungsaufnahme, Mobilität, kognitive Fähigkeiten und soziale Kontakte. Hinzu kommen evtl. Multimorbiditäten und die Einnahme verschiedenster Medikamente<sup>[64]</sup>. Diese Faktoren beeinträchtigen die Ernährungssituation zunehmend. CUERVO M ET AL. (2008)<sup>[60]</sup> konnten in ihrem Kollektiv einen Appetitverlust von 23% (Frauen häufiger als Männer, Risikopatienten mehr als jene ohne Risiko) erfassen und einen signifikanten Zusammenhang, sowohl des Alters ( $p < 0,001$ ) als auch des Geschlechtes ( $p < 0,001$ ) zur Mangelernährung feststellen. Andere dagegen generierten keine altersabhängigen Unterschiede in der Verteilung der MNA<sup>®</sup>-Klassen<sup>[49]</sup>.

Abschliessend wäre zu erwähnen, dass Senioren, die nach MNA<sup>®</sup> als normal ernährt eingestuft wurden ( $> 24,0$  [Pkt.]) trotzdem bislang unerkannte Defizite, z. B. in ihrer Funktionalität, aufweisen könnten. So konnten ZEYFANG A ET AL. (2005)<sup>[65]</sup> zeigen, dass Normalernährte (MNA<sup>®</sup>I) Defizite im Bereich des Mobilitätsscreenings (TUG), wie auch bei Hb,  $\gamma$ GT aufwiesen und unter dem erhöhten Medikamentenkonsums litten. Auch in dieser Studie erzielten 11% der Normalernährten beim TUG Zeiten über 10 Sekunden ( $p < 0,01$ ) und waren damit in ihrer Mobilität zumindest eingeschränkt.

**Fazit:** Die Prävalanz (5%), sowie das Risiko einer Malnutrition (44%) im Gesamtkollektiv war der Zusammenstellung der Stichprobe zur Folge (78% unabhängig Lebende) im Kontext mit der Literatur als repräsentativ einzuordnen. Der Grund für etwas höhere Prävalenzen war wahrscheinlich der Anteil (22%) hospitalisierter/institutionalisierter Senioren der Studienpopulation. Alle Mangelernährten waren ausnahmslos Frauen über 70 Jahre. Normalernährte könnten trotz positivem Assessment ( $> 24,0$  [Pkt.]) Defizite, z.B. der Funktionalität, aufweisen.

### MNA<sup>®</sup>-TA vs. MNA<sup>®</sup>-SF

Die Aussage des Screenings bestätigte sich im allgemeinen Assessment. Die MNA<sup>®</sup>-SF stellt ein Screeningtool dar, welches primär ein Risiko benennt, ohne dessen Schweregrad zu beschreiben. 47% der Teilnehmer wurden schon in der MNA<sup>®</sup>-SF als Risikoprobanden eingestuft. 49% besaßen der Bewertung nach „RiskMal“ zur Folge am Assessmentende tatsächlich ein Risiko. Dies entsprach einer Falschaussage von 2%. Sensitivität, Spezifität und Nachtestwahrscheinlichkeit waren entsprechend hoch (82/78/80%). Die MNA<sup>®</sup>-SF bildete das Gesamtassessment der untersuchten Population gut ab. Ähnliches beobachteten auch RUBENSTEIN ET AL. (2001)<sup>[66]</sup>, die die MNA<sup>®</sup>-SF an 902 Senioren aus Frankreich, Spanien und New Mexico testeten und zu dem Ergebnis kamen, dass die Short Form Risikopatienten so gut erkennt wie das volle Assessment. Im selben Jahr ermittelte dies auch die Gruppe um RUBENSTEIN LZ an einem Kollektiv überwiegend unabhängig lebender Teilnehmer (N=881) und fand eine hohe Korrelation zwischen Screening und Gesamtassessment ( $r_p=.945$ ,  $p<0,001$ )<sup>[66]</sup>. Eine weiter modifizierte Version der MNA<sup>®</sup>-SF, die in dieser Studie noch nicht zur Anwendung kam (wurde erst 2009 publiziert), berücksichtigt den Wadenumfang als Ersatz für den BMI<sup>[67]</sup>. Auch in vorliegender Studie konnte ein Zusammenhang zwischen dem Wadenumfang (<31,0 [cm]) und dem MNA<sup>®</sup>-TA generiert werden ( $p<0,05$ ). Trotz der guten Abbildung des MNA<sup>®</sup>-TA durch die Short Form wurde aus dem Anliegen alle Einzel-Items (MNA<sup>®</sup>-QS) zu erfassen, die volle Version zur weiteren Analyse gewählt. Für die *geroMAT*-Entwicklung war deren Kenntnis von Bedeutung.

**Fazit:** Die Short Form des MNA<sup>®</sup> bildete das Gesamtassessment mit hoher Sensitivität, Spezifität und Nachtestwahrscheinlichkeit ab. Dennoch wurde aus Gründen des detaillierteren Einblickes in das Spektrum der Items die Vollversion zur weiteren Analyse gewählt.

### Anteil der Einzelassessments am Gesamtscore

Die besondere Betrachtung der Einzelassessments erwies sich als nützlich für die Schwerpunktlegung der weiteren Analysen. Das MNA<sup>®</sup>-Tool diente in dieser Studie als Referenzgröße für die (Weiter-)Entwicklung der Geriatricsoftware *geroMAT*. Aus diesem Grund erschien es als sinnvoll, genaue Kenntnisse über den Einfluss einzelner Fragestellungen des Assessments auf das Endergebnis, den Gesamtscore, zu besitzen. Die (kategorisierenden) Einzelassessments (MNA<sup>®</sup>-QS) wurden in dieser Studie einzeln analysiert und bewertet.

Die Korrelationsanalyse ergab für das globale Assessment (GA: Lifestyle, Medikation, Mobilität) den stärksten Zusammenhang zu „RiskMal“ ( $p<0,01$ ), dicht gefolgt vom diätetischen (DA: Anzahl der Mahlzeiten, Lebensmittel- und Flüssigkeitsaufnahme,  $p<0,01$ ). Niedriger lagen das anthropometrische (AA: Gewichtsabnahme, BMI, Waden-/Oberarmumfang,  $p<0,01$ ) und das subjektive Selbstassessment (SA: Gesundheits-/Ernährungszustand,  $p<0,05$ ). Die Spezifikationsanalyse bestätigte die Rangfolge

der Detektion eines Mangelernährungsrisikos. Weiterführende Analysen identifizierten den Faktor „Mobilität“ als einen der signifikantesten Indikatoren des Mangelernährungsrisikos innerhalb dieses Studienkollektives. Damit war die hohe Detektionsstärke des GA im Bezug auf „RiskMal“ zu erklären. Innerhalb des DA war der Appetitverlust maßgeblich für die hohe Signifikanz verantwortlich. 40% der Risikoteilnehmer litten unter reduziertem Appetit, wobei es bei normal Ernährten nur 9% waren. Dies zeigten auch FELDBLUM I ET AL. (2007)<sup>[58]</sup> in ihren Einzelassessment-Analysen, bei denen das DA der stärkste Prädiktor für eine Mangelernährung ( $auROC_{DA}=.830$ ) war. 16,7% derer Risikopatienten hatten einen reduzierten Appetit (vs. 8,5% ohne Risiko). Generell wiesen die Assessment-Analysen unseres Kollektivs höhere Trennschärfen bei der Detektion eines Mangelernährungsrisikos auf als in der Studie von FELDBLUM. Auch CUERVO M ET AL. (2008)<sup>[60]</sup> analysierten das DA als am signifikantesten zur Risikobewertung ( $p<0,001$ ). In deren Untersuchung war der Appetitverlust (23,2% bei Risiko) hoch signifikant ( $p<0,001$ ). Die Unterschiede im Bezug auf den Appetit könnten in der Wahl des Kollektivs und den nationalen Unterschieden begründet sein. So war die Population der spanischen Studie am besten mit der hier untersuchten vergleichbar. Bei beiden handelte es sich um europäische, unabhängig lebende Senioren.

Aus diesen Erkenntnissen folgte die Autorin die nicht unerhebliche Bedeutung der globalen und diätetischen Anamnese auf die Beurteilung eines Mangelernährungsrisikos. Bei der weiteren Softwareentwicklung wurde speziell Wert auf die Beachtung der Parameter „Activities of Daily Living“ (ADL´s) und „Ernährungsmuster/Nahrungsaufnahme“ gelegt.

**Fazit:** Die separate Auswertung der Einzelfragen (MNA<sup>®</sup>-QS) ergab für das globale und das diätetische Assessment die stärkste Bedeutung im Kontext mit der Beurteilung eines Mangelernährungsrisikos. Ein Schwerpunkt wurde auf die Beachtung der Parameter „Activities of Daily Living“ und „Ernährungsmuster/Nahrungsaufnahme“ gelegt.

### Zusammenfassung

Ziel/Fragen: Hinterfragt werden sollten in diesem Teilprojekt (TI) die MNA<sup>®1</sup>-Scoreverteilung und der Einsatz des MNA<sup>®</sup> als Referenzmethode für das rekrutierte Kollektiv. Zudem wurde ermittelt, inwieweit die MNA<sup>®</sup>-SF<sup>2</sup> das Gesamtassessment abbildete und welchen Einfluss die Einzelfragen (MNA<sup>®</sup>-QS<sup>3</sup>) auf das Gesamtergebnis hatten.

Studienaufbau/Methode: Die MNA<sup>®</sup>-SF, das MNA<sup>®</sup>-TA<sup>4</sup>, sowie die daraus generierten Einzelfragen (MNA<sup>®</sup>-QS) wurden zunächst deskriptiv beschrieben. Eine Korrelations (nach Spearman)- und Spezifikationsanalyse wurde durchgeführt. Alle Scores wurden auf ihren Zusammenhang mit Alter und Geschlecht untersucht. Für die MNA<sup>®</sup>-SF vs. MNA<sup>®</sup>-TA und die neu definierte Variable „RiskMal“ wurde die ROC (Receiver Operating Characteristic)- Analyse angewandt.

Resultate: Die Prävalenz einer Mangelernährung lag in dieser Stichprobe bei 5%, ein Risiko bestand bei 44%. Dieses Ergebnis war im Kontext mit der Literatur für ein überwiegend unabhängig lebendes Kollektiv als nachvollziehbar einzuordnen. 51% waren normal ernährt. Aus Gründen des statistisch korrekten Vergleichs wurde aus der ursprünglichen Klassifikation (MNA<sup>®</sup> I-III) mit inhomogener Klassenbreite ( $d_j$ ) eine neue, homogene Variable „RiskMal“ (kein Risiko: MNA<sup>®</sup>I, Risiko: MNA<sup>®</sup> II+III) formuliert. Die neue Variable war hochsignifikant ( $p < 0,001$ ) zur Ursprungs Klassifikation (MNA<sup>®</sup>) und zeigte eine Risikoprävalenz von 49%. Zum MNA<sup>®</sup>-TA zeigte „RiskMal“ eine Sensitivität von 99% bei einer Spezifität von 100% und einer OPV<sup>5</sup> von 99%. Die Diskriminierung war annähernd optimal ( $auROC_{RiskMal}^7 = .987$ , (KI [0.961;1.013])). Nur Frauen (N=7) über 70 Jahre, keine Männer waren mangelernährt. Überwiegend Frauen (60%) besaßen ein Risiko. Die MNA<sup>®</sup>-SF bildete das MNA<sup>®</sup>-TA optimal ab ( $p < 0,001$ ,  $FP^6 = 2\%$ ,  $auROC_{SF} = .866$ ). Zum MNA<sup>®</sup>-TA besaß die Short Form eine Sensitivität von 70%, Spezifität von 85% und eine OPV von 78%. Zur neuen Variable „RiskMal“ bestand sogar eine noch höhere Sensitivität (82%). Die separat durchgeführte Auswertung der Einzelassessments (MNA<sup>®</sup>-QS) ergab für die globalen und diätetischen Items die höchste Aussagekraft ( $p < 0,01$ ).

Diskussion: Die Stichprobe war aufgrund des Anteils unabhängig lebender Personen (78%) als relativ autarke Population einstuftbar. Vergleichsdaten für den Einsatz des MNA<sup>®</sup> an über 60-Jährigen lagen vor. Die Anwendung des MNA<sup>®</sup> verlangte nach keinem besonderen fachlichen oder materiellen Aufwand. Schwierigkeiten gab es bei der Deutung ungenauer Antworten, der erschwerten Abfragbarkeit kognitiv eingeschränkter Senioren und der eingeschränkten Identifizierung der eigentlichen Problemlage anhand eines einfachen Zahlenscores.

---

<sup>1</sup> Mini Nutritional Assessment

<sup>2</sup> MNA- Short Form: Voranamnese (xy Items)

<sup>3</sup> MNA-Questions: Einzelfragen des MNA (diätetisch, global, anthropometrisch, subjektiv)

<sup>4</sup> MNA-Total Assessment: Gesamtscore (0-30 [Pkt.]

<sup>5</sup> Overall Predictive Value: Nachtestwahrscheinlichkeit

<sup>6</sup> False Positive: Falsch als mangelernährt bewertet

<sup>7</sup> Area under Receiver Operating Curve

Das MNA<sup>®</sup>-TA wurde anstelle der Kurzform gewählt, um differenziertere Betrachtungen, nämlich die der Einzelfragen, realisieren zu können. Diese ergaben für die globale und diätetische Abfrage die höchste Relevanz. Fragen nach Appetitverlusten und Mobilität waren dabei wahrscheinlich ursächlich für die Signifikanz dieser Items.

Schlussfolgerung: Das MNA<sup>®</sup> war für dieses Kollektiv als Screening- und Assessmentinstrument gut geeignet, dennoch konnten Antworten manchmal nicht genau genug gedeutet werden, v.a. die bepunktete Aussage „*weiß es nicht*“ könnte zu möglichen falsch positiven Scorewerten geführt haben.

## 4.2 Teilprojekt II - „Anthropometrie, Biochemie und Körperzusammensetzung“

### 4.2.2 Anthropometrie und Körperzusammensetzung

#### Anthropometrie

##### Anthropometrische Parameter vs. MNA®

Zunächst wurde der BMI ausgewertet. Malnutrition wird seit Jahren zwar hauptsächlich im unteren BMI-Bereich beobachtet, daneben aber zunehmend auch bei Adipösen, dort v.a. im Hinblick auf einen Mikronährstoffmangel. Deshalb wurde die Möglichkeit ergriffen, den BMI zum einen altersunabhängig, d.h. nach WHO-Kriterien, zum anderen altersadaptiert für Senioren ab 65 Jahren (nach ESPEN) zu untersuchen. Der Vergleich der beiden Klassifikationen erschließt sich aus den Abb. 4.11/4.12):

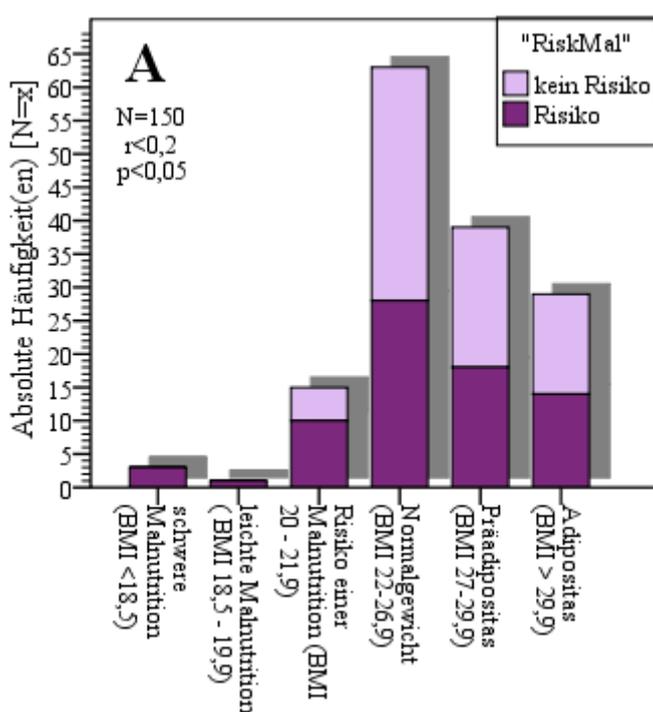


Abb. 4.11: Altersadaptierte Darstellung des BMI nach ESPEN (2000) im Bezug auf das Mangelernährungsrisiko („RiskMal“)

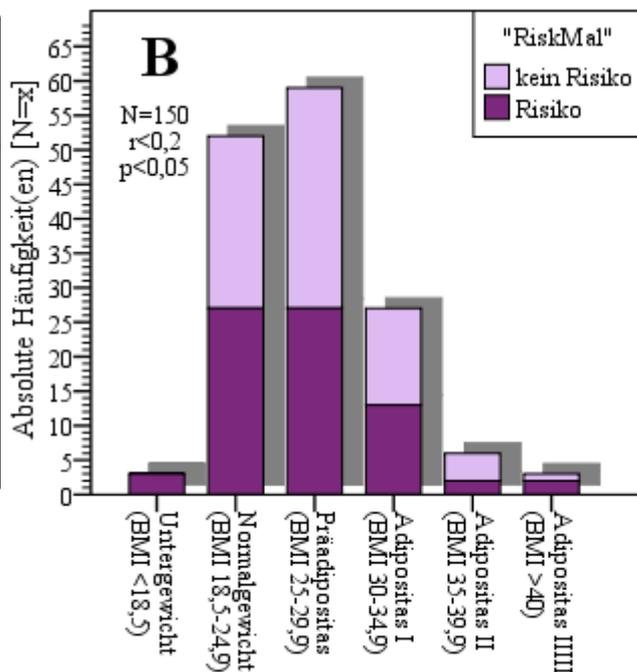


Abb. 4.12: Altersunabhängige Darstellung des BMI nach WHO (1991) im Bezug auf das Mangelernährungsrisiko („RiskMal“)

Die Darstellungen unterscheiden sich neben der unterschiedlichen Altersadaptation in der detaillierten Beschreibung ihrer Skalen. In Abb. 4.11 ist primär der Bereich unterhalb des Normalgewichts (unter 22,0 [kg/m<sup>2</sup>]) detailliert (*als Risikobereich, leichte und schwere Malnutrition*) aufgeführt. Wogegen die Auswertung nach der WHO eher den Bereich oberhalb des Normalgewichts (über 25,0 [kg/m<sup>2</sup>]) beschreibt (d.h. *Präadipositas und Adipositasgrad(e) I-III*).

Während in der Analyse nach der WHO das Verhältnis von Risikoteilnehmern und denen ohne Risiko fast annähernd gleich war (52% : 48%), so überwogen in der Darstellung nach ESPEN tendenziell die Probanden ohne Risiko (56 %). Innerhalb der Klassifikation(en) unterhalb des BMI 22,0 [kg/m<sup>2</sup>] der Abb. 4.11 war die Gruppe mit einem Risiko am stärksten vertreten (N=10). Fünf Teilnehmer wurden nach ESPEN als Risiko-patienten eingestuft, waren aber in der neuen Variable „RiskMal“ nicht als solche erfasst worden. Als mangelernährt wurden vier Senioren kategorisiert, wovon drei eine schwere Mangelernährung aufwiesen. Alle Teilnehmer mit Mangelernährung wurden als „RiskMal“=1 erkannt. In Abb. 4.12 wurden lediglich drei Senioren als untergewichtig und Risikopatienten (nach „RiskMal“) ermittelt. Dagegen war die Gruppe der Präadipösen mit 27 Risikopatienten, gefolgt von den Adipösen (Grad I) mit 13 Risikoteilnehmern die stärkste.

Zur weiteren Analyse wurden die Körpermassedaten deskriptiv betrachtet (Tab. 4.7):

Tab. 4.7: Deskription von KG [m], KM [kg], BMI [kg/m<sup>2</sup>, Prz.] und KMV (%), 3 und 6 Monate] innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Variablen Anthropometrie I	RiskMal			p''
	gesamt (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
KG [m] <sup>x</sup>	1,67±0,09	1,66±0,09	1,68±0,08	ns
KM [kg] <sup>xx</sup>	72,00 (40,00-126,00)	72,00 (40,00-122,00)	74,00 (49,00-126,00)	ns
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	26,09 (17,77-40,90)	26,02 (17,77-40,90)	26,36 (20,48-40,70)	ns
≤ 21,0 <sup>xxx</sup>	14/(9)	11/(7)	3/(2)	.200*
< 10. Prz	31/(21)	19/(13)	12/(8)	ns
KMV in den letzten 3 Monaten				
kein Verlust	125/(83)	58/(39)	67/(44)	ns
< 5 %	17/(11)	9/(6)	8/(5)	ns
≥ 5 %	8/(5)	7/(4)	1/(1)	ns
KMV in den letzten 6 Monaten				
kein Verlust	94/(72)	43/(33)	51/(39)	ns
< 10 %	30/(23)	16/(12)	14/(11)	ns
≥ 10 %	7/(5)	3/(2)	4/(3)	ns

<sup>x</sup> MW±SD

<sup>^</sup> MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>xx</sup> Median (Min.-Max. )

<sup>''</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

<sup>xxx</sup> N=x/(%)

Risikopatienten wiesen eine um ca. 6% niedrigere Körpermasse auf als solche ohne ein Risiko. 9% aller in der Stichprobe untersuchten Senioren hatten einen BMI von ≤ 21,0 [kg/m<sup>2</sup>], wobei jene mit einem Mangelernährungsrisiko stärker vertreten waren (p<0,05). Von den 21% Studienteilnehmern, die im Vergleich unterhalb der 10. Prz. lagen, wurden die meisten der Gruppe „RiskMal“ = 1 zugeteilt. Ein Gewichtsverlust in den letzten drei Monaten wurde hauptsächlich bei Risikoteilnehmern erfasst. Ein KMV von über 10% innerhalb eines halben Jahres gilt als Maß für eine Malnutrition im Sinne des

„unintended weight loss wastings“. Im untersuchten Kollektiv waren zwar 5% dieser Form zuzuordnen, allerdings waren von dem Gewichtsverlust tendenziell Senioren ohne Risiko betroffen. Ein BMI unter 21,0 [kg/m<sup>2</sup>] gilt als Hinweis auf eine Unterernährung im Sinne einer Reduktion der (allgemeinen) Energiespeicher (Abb. 4.13):

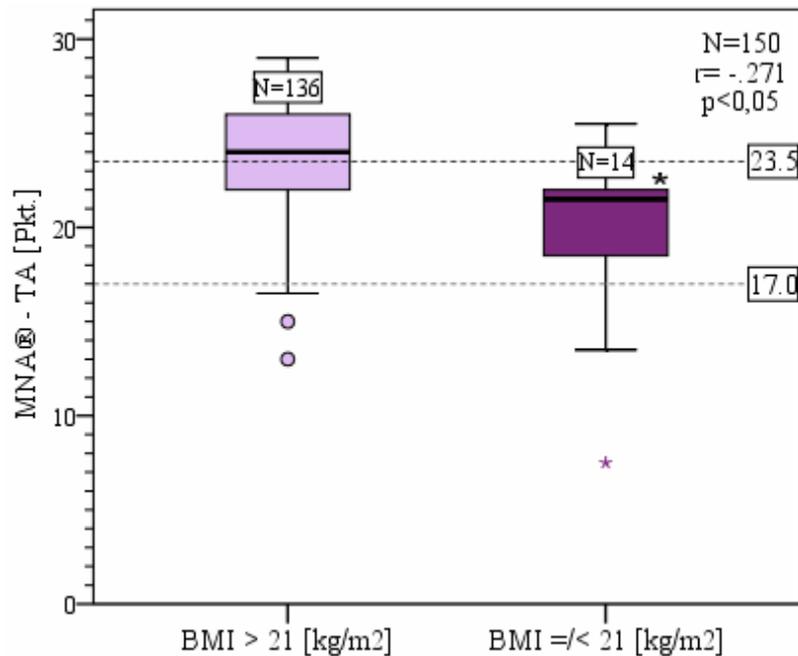


Abb. 4.13: Darstellung des Zusammenhangs zwischen BMI-Klassifikation(en) und dem Gesamtassessment - Boxplot

Sämtliche Senioren mit einem BMI unter oder gleich 21,0 [kg/m<sup>2</sup>] erreichten nur Bepunktungen im Risikobereich (Median=21,8 [Pkt.]). Frauen waren tendenziell häufiger unterhalb der 21,0 [kg/m<sup>2</sup>] (p<0,01).

Die Auswertung weiterer Physisdaten wird aus Tab. 4.8 ersichtlich:

Tab. 4.8: Deskription von OAU [cm], THF [mm], AMU [mm], AMF [mm<sup>2</sup>] und WU [cm] innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Variablen Anthropometrie II	RiskMal			p**
	gesamt' (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
Ø OAU [cm] <sup>±</sup>	29,00 (14,00-59,00)	29,00 (14,00-47,00)	29,00 (21,00-59,00)	ns
< 10. Prz. <sup>±±</sup>	25/(17)	17/(12)	8/(5)	ns
Ø THF [mm]	15,00 (2,00-48,00)	16,00 (2,00-48,00)	15,00 (3,00-37,00)	ns
≤ 10. Prz.	30/(20)	19/(13)	11/(7)	ns
AMU [mm]	239,34 (107,68-555,11)	233,74 (107,68-404,03)	242,37 (182,29-555,11)	ns
< 20,0	14/(9)	11/(7)	3/(2)	.200*
< 10. Prz.	26/(17)	14/(9)	12/(8)	ns
AMF [mm <sup>2</sup> ]	44991,73 (9106,09-242018,72)	42909,52 (9106,09-128206,40)	46137,38 (26098,83-242018,72)	ns
< 10. Prz.	24/(16)	15/(10)	9/(6)	ns
Ø WU [cm] <sup>*</sup>	36,02 (19,23-53,00)	35,60 (19,23-49,10)	36,07 (29,76-53,00)	ns
≤ 31,0	10/(7)	9/(6)	1/(1)	.219*

<sup>±</sup> Median (Min.-Max.)

<sup>±</sup> MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>±±</sup> N=x/(%)

\*\* Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

\* N=148

Für den Ø OAU [cm] konnte kein Unterschied zwischen den „RiskMal“- Klassifikationen festgestellt werden, wohingegen bei der Auswertung nach der 10. Prz. Risikoteilnehmer vergleichsweise öfter unterhalb der 10. Prz. lagen. Ähnlich verhielt es sich mit den erfassten THF [mm], die eine Reduktion der Energiereserven, speziell des Fettspeichers, anzeigten. Der aus diesen Angaben berechnete AMU [mm] wies tendenziell geringere Durchschnittswerte für Risikopatienten auf. Als Maß für den Mangel an körpereigenem Protein wurde ein AMU unter 20,0 [mm] angenommen. Sowohl bei der Deskriptiven, als auch der Korrelationsanalyse ließ sich ein leichter Zusammenhang zur Zielgröße „RiskMal“ feststellen (p<0,05) (Abb. 4.15). Es bestanden keine Hinweise auf einen somatischen Proteinmangel (bzw. eine Sarkopenie). Während sich die Mediane des Wadenumfangs in „RiskMal“ kaum unterschieden, konnte in einer differenzierteren Betrachtung des Wadenumfangs, nämlich WU geringer als 31,0 [cm] ein schwacher Zusammenhang zur Zielvariable „RiskMal“ und zum MNA<sup>®</sup>-TA analysiert werden (p<0,01) (Abb. 4.14). Bei zwei Probanden konnte der WU nicht vermessen werden, da die Entkleidung der jeweiligen Kompression beider Beine zu aufwendig gewesen wäre.

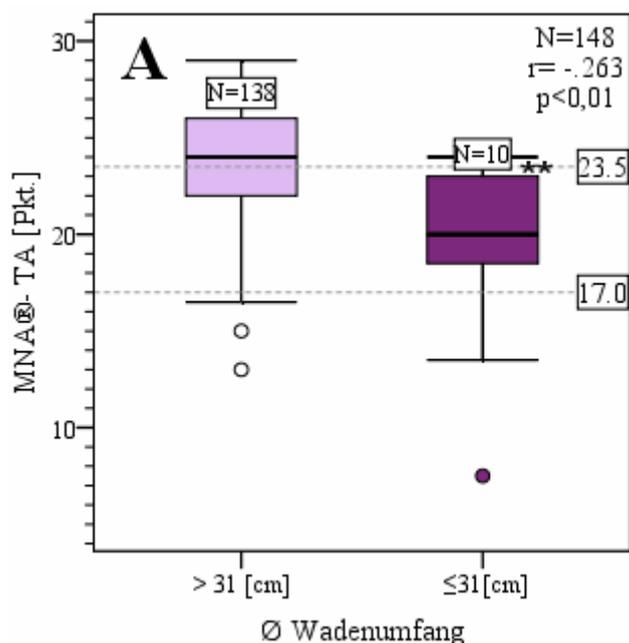


Abb. 4.14: Darstellung der Beziehung zwischen dem Wadenumfang und dem Gesamtassessment (MNA®-TA) - Boxplot

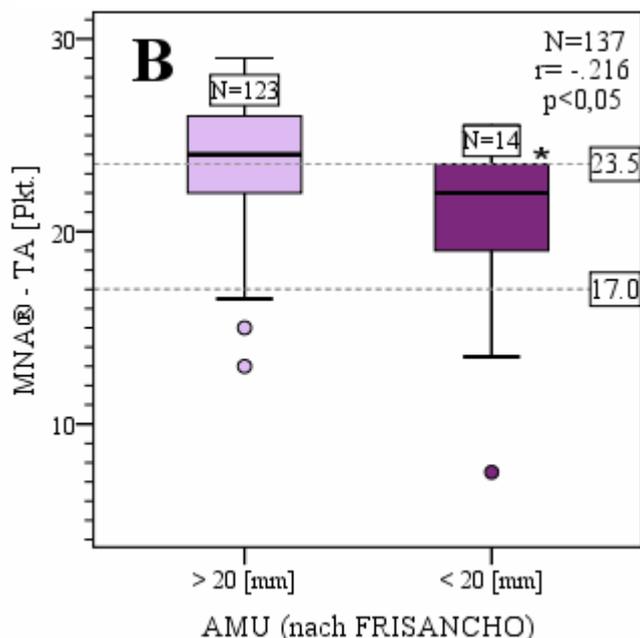


Abb. 4.15: Darstellung der Beziehung zwischen dem Armmuskelumfang und dem Gesamtassessment (MNA®-TA) - Boxplot

#### Anthropometrische Parameter untereinander

Eine der beiden Zielstellungen der anthropometrischen Auswertungen war die Selektion einfacher, mit nur geringem apparativen und zeitlichen Aufwand zu realisierenden „Grunddaten“. Hierfür wurden die Parameter KM [kg], KMV [%] in den letzten 3 Monaten, der BMI [kg/m<sup>2</sup>], der WU [cm] und der OAU [cm] als jederzeit zu ermittelnde „Bedside“-Parameter ausgewählt (Tab. 4.9). Die selektierten Angaben wurden auf ihre Zusammenhänge mit ihren zeitaufwendigeren oder apparateabhängigen Variablen getestet (Tab. 4.9):

Tab. 4.9: Statistische Zusammenhänge anthropometrischer Meßgrößen untereinander

	KM [kg]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Ø WU [cm]	Ø OAU [cm]	Ø THF [mm]
1. KM [kg]	-	.825 <sup>1</sup>	.700	.680	.200
2. KMV [%] in den letzten 3 Monaten		ns	ns	ns	ns
3. BMI [kg/m <sup>2</sup> ]		-	.596	.648	.372
4. Ø WU [cm]			-	.680	.486

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

Die anthropometrischen Daten wiesen fast ausschließlich hohe Zusammenhänge auf. Einzig der KMV der letzten Monate ließ keinen Bezug erahnen, wurde aber in die Liste der schnell zu bestimmenden „Grunddaten“ aufgenommen. Grund hierfür waren Literaturrecherchen, die diesen Parameter als weit verbreitetes Verfahren bei der Beurteilung des Ernährungszustandes von Senioren charakterisiert.

### Bioelektrische Impedanzanalyse

#### BIA vs. MNA®

Alle generierten Ergebnisse der BIA-Messungen wurden zunächst deskriptiv ausgewertet (Tab. 4.10):

Tab. 4.10: Deskription bioelektrischer Impedanzparameter innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Variablen BIA <sup>‡</sup>	RiskMal			p**
	gesamt (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
Phi [°] <sup>‡</sup>	5,46 (3,63-7,17)	5,44 (3,63-7,17)	5,49 (4,06-6,80)	ns
< 5,0 <sup>‡‡</sup>	23/(22)	15/(15)	8/(7)	.215*
FFM [% der KM]	67,05 (29,43-94,07)	65,09 (43,34-94,07)	69,35 (29,43-87,95)	ns
< 10. Prz.	11/(10)	6/(6)	5/(4)	ns
BCM [% der FFM]	29,34 (11,01-55,86)	27,66 (11,01-55,86)	32,06 (13,75-47,16)	.216*
FAT [% der KM]	32,00 (5,93-56,66)	34,91 (5,93-56,66)	30,23 (12,04-50,77)	ns
< 10. Prz.	17/(16)	6/(6)	11/(10)	ns
ECM/BCM- Index	1,29 (0,56-2,95)	1,40 (0,68-2,95)	1,19 (0,56-2,50)	ns
≥ 1,0	89/(84)	42/(40)	47/(44)	ns
TBW [% der KM]	48,44 (24,96-66,25)	46,66 (24,96-66,25)	49,76 (25,67-64,11)	ns
ICW [% des TBW]	26,08 (16,01-39,92)	25,06 (16,01-39,92)	27,68 (18,03-35,42)	.201*
ECW [% des TBW]	22,71 (16,72-30,07)	22,34 (16,72-27,21)	23,05 (18,55-30,07)	ns
ECW/ICW-Index	0,87 (0,61-1,17)	0,88 (0,66-1,17)	0,86 (0,61-1,06)	ns
< 0,8	20/(18)	10/(9)	10/(9)	ns
ECW/BCM-Index	0,78 (0,47-1,51)	0,82 (0,47-1,51)	0,75 (0,51-1,34)	ns
>1,0	16/(16)	12/(12)	4/(4)	.235*

<sup>‡</sup> Median (Min.-Max) <sup>‡</sup> MNA®-TA

<sup>‡‡</sup> N=x/(%) <sup>‡‡</sup> Rangkorrelationskoeffizient r nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant r<0,2), p<0,05

<sup>‡</sup> N=106 Probanden

Der Phasenwinkel [°] stellt den wichtigsten BIA-Parameter der Zellgesundheit dar. In der untersuchten Stichprobe unterschieden sich die Risikogruppe und die ohne Risiko unwesentlich in ihren Durchschnittswerten, wogegen jedoch Senioren mit einem Risiko den physiologisch grenzwertigen Winkel von 5 [°] häufiger unterschritten (p<0,05). Phi [°] war im Gesamtkollektiv im Bezug auf die Referenz (5,0-7,5 [°]) eher im unteren Bereich angesiedelt und sank mit fortschreitendem Alter (p<0,05). Teilnehmer mit einem Risiko hatten einen tendenziell höheren Fettanteil bei einer schwach signifikant geringeren BCM [%] (p<0,05). Das TBW (%) wurde einbezogen, um den Hydratisierungszustand des Körpers zu prüfen. Senioren mit einem Risiko waren tendenziell schlechter hydratisiert als

die der normal ernährten Gruppe. Sowohl die Werte der Gesamtstichprobe als auch der beiden „Risk-Mal“-Klassen lagen unterhalb der Referenz für Senioren von ca. 50-60 [% der KM]. So verhielt es sich auch für das ICW (Referenzbereich: 35-40% des TBW). Tendenziell waren auch hier die Risikopatienten schlechter versorgt als die ohne Risiko. Der ECW/ICW-Index gab Aufschluss über mögliche Wasserverschiebungen vom Extra- in den Intrazellulärraum (Ödeme, Proteinmangel, latente Malnutrition). Hier waren nur geringfügige Unterschiede zwischen den Klassen zu erkennen. Den kritischen Wert von  $< 0,8$  unterschritten beide Gruppen in gleicher Häufigkeit. Ein schwacher Bezug der BCM [% der FFM] zur Zielvariable wurde erfasst.

### BIA-Parameter untereinander

Alle selektierten Parameter besaßen untereinander einen starken Zusammenhang von  $r_s$  größer 0,3 ( $p < 0,01$ ). Dies ließ sich damit begründen, dass alle Variablen aus den direkten (BIA-) Meßgrößen *Reaktanz* und *Resistanz* (bzw. *Phi*) über Algorithmen abgeleitet (also berechnet) worden waren und somit voneinander abhängen.

Anthropometrische vs. BIA-Parameter

Die BIA stellt ein Verfahren dar, mit dem trotz seiner Einfachheit ein apparativer Aufwand verbunden ist. Um diesen Umstand für die *geroMAT*-Entwicklung zu umgehen und möglichst wenig Aufwand betreiben zu müssen, wurden im Folgenden BIA-Ergebnisse mit anthropometrischen auf deren Ersetzbarkeit hin verglichen. Die Korrelationsanalyse entsprechender Werte ergab u.a. einen linearen Zusammenhang z. B. für FAT und THF (Abb. 4.18):

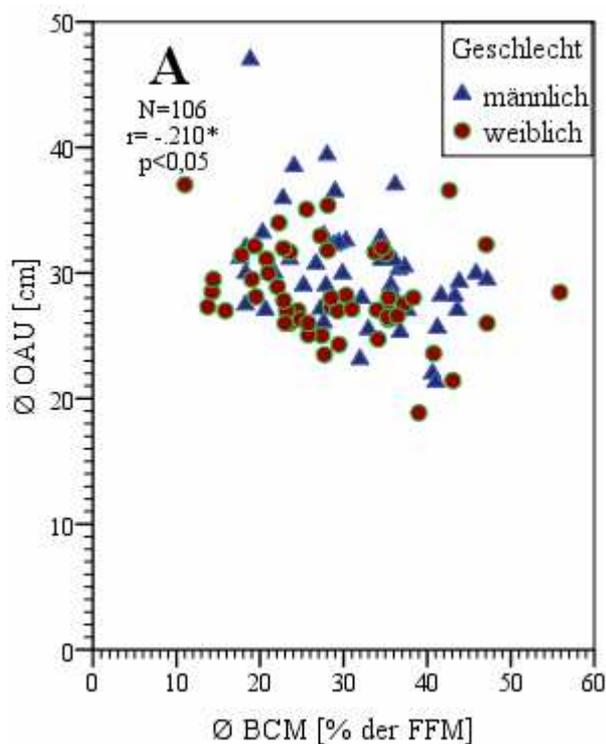


Abb. 4.17: Zusammenhang der anthropometrischen Größe OAU [cm] zur BCM [% der FFM] der Kompartimentmessung (BIA)–Streudiagramm/Scatterplot

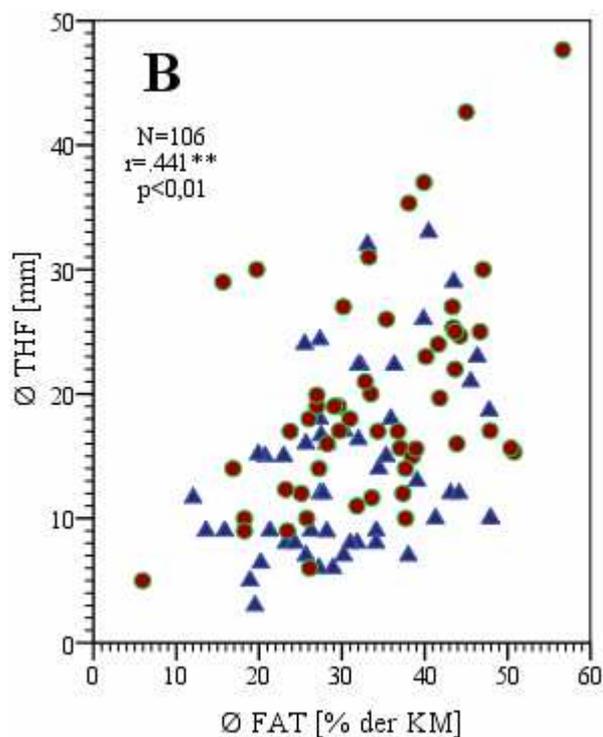


Abb. 4.18: Zusammenhang der anthropometrischen Größe THF [mm] zum FAT [% der KM] der Kompartimentmessung (BIA)–Streudiagramm/Scatterplot

Abschliessend wurde untersucht, welche weiteren Maße die BIA evtl. ersetzen könnten (Tab. 4.11):

Tab. 4.11: Statistische Zusammenhänge bioelektrischer und anthropometrischer Messgrößen untereinander

	FFM [% der KM]	BCM [% der FFM]	ECM/BCM	FAT [% der KM]
Ø OAU [cm]	-.226 <sup>1</sup>	.210	.207	.239
Ø THF [mm]	-.421	-.468	.466	.441
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	-.279	-.214	ns	.277

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

Während der OAU und BMI nur schwache Zusammenhänge zu den BIA-Daten aufwiesen, könnten über die Dicke der THF Rückschlüsse getroffen werden. Allerdings wäre hierfür ein Instrument, der Kaliper, zur Erfassung nötig.

**Fazit:** Für *geroMAT* wurden der BMI (speziell:  $\leq 21,0$  [kg/m<sup>2</sup>]) und der WU ( $\leq 31,0$  [cm]) als objektive Parameter übernommen, als „Zusatz“-Features wären u.a. folgende möglich: OAU [cm] (zur Berechnung des AMU und als WU-Alternative bei Beinödemen), KMV [%] (3 Monate:  $\geq 5\%$ ). Falls eine BIA möglich wäre: Phi [°], BCM [%], ECM/BCM-Index (katabole Prozesse, Ödeme), ECW/ICW-Index (Flüssigkeitsstatus-/Verschiebungen).

#### 4.2.2 Routine- und Speziallabor

##### Routinelabor vs. MNA®

Im Bereich der Laboranalysen wurde zunächst das normale Blutbild betrachtet (Tab. 4.12):

Tab. 4.12: Deskription des Blutbildes innerhalb des Gesamtkollektives (N=150)

Blutbild <sup>1</sup>	<i>RiskMal</i>			<i>p</i> **
	gesamt <sup>3</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko ( $\geq 23,5$ [Pkt.])	
Erythrozyten [Tera/L] <sup>2</sup>	4,60 (3,30-13,00)	4,50 (3,30-13,00)	4,80 (3,80-5,70)	-.337**
Hämatokrit [L/L]	0,42 (0,28-0,52)	0,41 (0,28-0,51)	0,43 (0,38-0,52)	-.318**
Hämoglobin [g/dL]	14,40 (0,39-25,70)	13,95 (0,39-17,50)	14,8 (13,3-25,70)	-.412**
<12,5 <sup>2x</sup>	8/(5)	8/(5)	0/(0)	.333**
Lymphozyten <sub>absolut</sub> [Giga/L]	1,60 (0,70-3,00)	1,60 (0,70-3,00)	1,65 (0,80-2,70)	ns
MCH (HbE) [pg]	31,10 (27,90-38,20)	30,75 (27,9-36,10)	31,3 (28,50-38,20)	ns
MCHC [g/dL]	34,00 (32,30-49,00)	33,95 (32,30-49,00)	34,00 (33,20-43,20)	ns
MCV [fL]	91,40 (30,50-109,80)	90,95 (30,50-108,00)	91,60 (83,80-109,80)	ns
MTV [fL]	8,35 (6,4-11,90)	9,00 (6,40-11,00)	8,00 (6,70-11,90)	.259*

<sup>2</sup> Median (50 Prz.) (Min. (5. Prz.)-Max. (95. Prz.))

<sup>2x</sup> N=x/(%)

<sup>3</sup> MNA®-TA

<sup>4</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant,  $r < 0,2$ ,  $p < 0,05$ )

„Gängige“ Parameter des kleinen Blutbildes wie Erythrozyten, Hämatokrit und Hämoglobin wiesen gute Zusammenhänge zur Testvariable „RiskMal“ auf, wobei reduzierte Werte ein erhöhtes Risiko anzeigten. Anämische Senioren mit Hb<sup>1</sup>-Konzentrationen unterhalb des Referenzbereiches wurden nur unter den Risikopatienten generiert. Bei weiterer Betrachtung der Erythrozyten-Indices wurden im Mittel leicht erhöhte MCV<sup>2</sup> und MCH<sup>3</sup>-Spiegel bei normaler MCHC<sup>4</sup> verzeichnet. Dieser Zustand weist häufig auf eine makrozytäre, hyperchrome Anämie bei Vitamin B<sub>12</sub>/Folsäuremangel hin. Das mittlere thrombozytäre Volumen, das z.B. in Verbindung mit einer Artherosklerose ansteigt, war bei Risikopatienten schwach erhöht.

<sup>1</sup> Hämoglobin <sup>2</sup> Mittleres korpuskuläres Volumen <sup>3</sup> Mittlere korpuskuläre Hämoglobinmenge <sup>4</sup> Mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration

## Ergebnisse - III

Zur Abklärung biochemisch-metabolischer Veränderungen im Falle einer Malnutrition, wurden die Metabolite der einzelnen Stoffwechsellvorgänge betrachtet (Tab. 4.13):

Tab. 4.13: Deskription des Makronährstoffstoffwechsels (bzw. dessen Metabolite) innerhalb des Gesamtkollektives (N=150)

Weitere Metabolite <sup>1</sup>	RiskMal			p <sup>**</sup>
	gesamt <sup>*</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<u>Proteinstoffwechsel</u>				
Gesamteiweiss (i. PL.) [g/L] <sup>2</sup>	75,00 (67,00-92,00)	75,00 (67,00-92,00)	76,50 (68,00-84,00)	ns
Albumin (i. PL.) [g/L]	40,00 (28,00-71,00)	39,00 (28,00-61,10)	41,00 (32,00-71,00)	ns
Harnstoff [mmol/L]	5,90 (0,60-27,10)	5,70 (0,60-27,10)	6,10 (3,30-9,40)	ns
Harnsäure [µmol/L]	313,00 (145,00-750,00)	314,00 (145,00-652,00)	313,00 (157,00-750,00)	ns
<u>Kohlenhydratstoffwechsel</u>				
HbA <sub>1c</sub> [%]	5,70 (4,60-10,00)	5,70 (4,60-10,00)	5,80 (5,00-8,30)	ns
<u>Lipidstoffwechsel</u>				
Gesamtcholesterin (i. S.) [mmol/L]	5,60 (2,80-9,40)	5,40 (2,80-9,40)	5,60 (3,50-9,20)	ns
LDL-Cholesterin (i. S.) [mmol/L]	3,10 (1,10-7,00)	3,10 (1,20-7,00)	3,20 (1,10-6,90)	ns
HDL-Cholesterin (i. S.) [mmol/L]	1,40 (0,80-2,40)	1,40 (0,80-2,30)	1,40 (0,80-2,40)	ns
Triglyceride [mmol/L]	1,70 (0,20-13,40)	1,70 (0,60-4,90)	1,70 (0,20-13,40)	ns

<sup>\*</sup> Median (50. Ptz.) (Min. (5. Ptz.)-Max. (95. Ptz.))

<sup>1</sup> N=100 Probanden

<sup>\*</sup> MNA<sup>2</sup>-TA

<sup>\*\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

Die Versorgung der Probanden war den Analysen zur Folge ausreichend bis gut. Dysproteinämien lagen nicht vor. Niedrige Albuminwerte zeigten eine schwache Beziehung zum Kriterium. Mit seiner HWZ von 18 Tagen bildete Albumin die Proteinversorgung eines „relativ“ langen Zeitraumes ab. Generell konnte aber nur bei einem Teilnehmer eine Konzentration unterhalb des kritischen Wertes von 35 [g/L] verzeichnet werden. Die Harnstoffmaxima waren durchgängig hoch und liessen im Einzelfall auf eine katabole Stoffwechsellage oder eingeschränkte Nierenfunktion schliessen. Harnsäure, als Endprodukt des Purinstoffwechsels, war bei Senioren schlechteren Ernährungszustandes eher erhöht. Die Marker des Lipidstoffwechsels, Gesamtcholesterin und LDL, zeigten einen Trend zu etwas niedrigeren Konzentrationen bei Risiko. Eine grundsätzlich protektive Wirkung durch hohe HDL-Spiegel konnte keiner Gruppe eindeutig zugewiesen werden. Der LDL/HDL-Quotient wurde ermittelt, wobei 18 Senioren einen Quotienten über 3,0, also ein erhöhtes atherosklerotisches Risiko aufwiesen. Zusammenhänge wurden weder für das Geschlecht, noch das Alter beobachtet.

Einzigste Ausnahme bildete das Albumin, welches signifikant mit dem Alter korrelierte (Abb. 4.19):

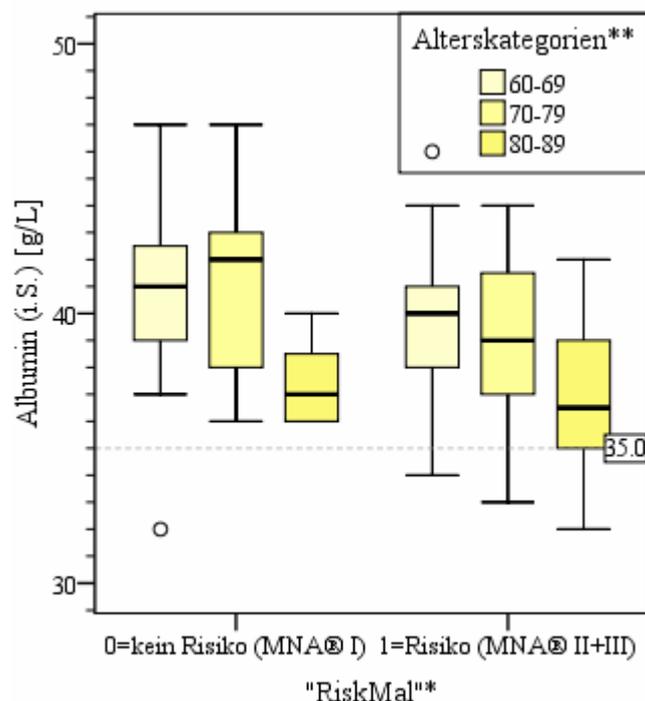


Abb. 4.19: Abhängigkeit der Albuminkonzentration [g/L] im Serum vom Lebensalter [y] – Risikobetrachtung in Boxplots

Weiterhin wurden mögliche Veränderungen der Leber- und Nierenwerte erörtert (Tab. 4.14):

Tab. 4.14: Deskription hepatischer und nephrologischer Meßgrößen innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Leber-/Nierenwerte <sup>1</sup>	RiskMal			p <sup>22</sup>
	gesamt <sup>1</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (<23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
ALT [U/L] <sup>2</sup>	21,00 (6,00-81,00)	19,50(6,00-81,00)	24,00 (8,00-60,00)	ns
Alkalische Phosphatase (AP) [U/L]	69,50 (27,00-212,00)	75,50 (44,00-212,00)	67,50 (27,00-104,00)	ns
AST [U/L]	22,00 (14,00-95,00)	20,50 (15,00-95,00)	24,50 (14,00-59,00)	ns
Bilirubin <sub>gesamt</sub> [µmol/L]	8,00 (2,00-25,00)	7,00 (2,00-20,00)	9,00 (4,00-25,00)	-.201*
gGT [U/L]	23,50 (8,00-141,00)	22,50 (8,00-96,00)	24,00 (9,00-141,00)	ns
Kreatinin [µmol/L]	84,00 (52,00-258,00)	83,00 (52,00-258,00)	85,00 (55,00-186,00)	ns

<sup>1</sup> N=100 Probanden

<sup>2</sup> Median (50 Prz.) (Min (5.Prz.)-Max (95.Prz.))

MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>22</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

## Ergebnisse - TII

Insgesamt lagen die Marker innerhalb der Referenzbereiche. Schwach niedriger war bei Risikopatienten das Bilirubin als Produkt des Hämoglobinabbaus. Diese Tatsache könnte durch die in Tab. 4.12 dargestellte signifikante Erniedrigung der Gesamterthrozytenzahl bei Unter-/Mangelernährung zu erklären sein.

Mikronährstoffe dienen dem Organismus u.a. als Kofaktoren der wesentlichen Stoffwechselfvorgänge, sowie der Aufrechterhaltung des internen Milieus. Deshalb wurde deren detaillierte Auswertung vorgenommen (Tab. 4.15):

Tab. 4.15: Deskription der Mikronährstoffanalyse(n) innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Mikronährstoffe	RiskMal			p''
	gesamt <sup>1</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
Thiamin <sup>1</sup> (Vit. B <sub>1</sub> ) [nmol/L] <sup>*</sup>	149,00 (80,00-224,00)	149,00 (84,00-224,00)	148,00 (80,00-217,00)	ns
Pyridoxin <sup>2</sup> (Vit. B <sub>6</sub> ) [nmol/L]	71,50 (26,00-416,00)	75,00 (26,00-416,00)	70,00 (33,00-271,00)	ns
Folsäure <sup>3</sup> (Vit. B <sub>9</sub> ) [nmol/L]	18,95 (8,40-45,40)	19,10 (8,40-45,50)	18,30 (10,30-45,40)	ns
Cobalamin <sup>4</sup> (Vit. B <sub>12</sub> ) [pmol/L]	289,00 (41,00-1476,00)	297,50 (120,00-1476,00)	289,00 (41,00-1262,00)	ns
Natrium <sup>5</sup> (i. PL.) [nmol/L]	139,00 (62,00-150,00)	139,00 (62,00-150,00)	139,50 (104,00-149,00)	ns
Kalium <sup>6</sup> (i. PL.) [nmol/L]	4,20 (3,20-5,10)	4,20 (3,2-5,10)	4,20 (3,20-5,10)	ns
Kalzium <sup>7</sup> (i. PL.) [nmol/L]	2,29 (2,10-2,52)	2,28 (2,12-2,47)	2,30 (2,10-2,52)	ns
Magnesium <sup>8</sup> [nmol/L]	0,82 (0,65-1,03)	0,83 (0,65-1,03)	0,82 (0,66-0,94)	ns
Eisen <sup>9</sup> [µmol/L]	15,05 (3,30-29,80)	14,35 (3,30-29,80)	15,75 (4,90-29,60)	ns
<9,5 <sup>xx</sup>	19 (13)	13 (9)	6 (4,00)	ns
Eisensättigung <sup>10</sup> [%]	25,00 (5,00-52,00)	24,00 (5,00-52,00)	25,00 (7,00-46,00)	ns
Ferritin <sup>11</sup> [µg/L]	132,00 (2,40-1363,00)	121,00 (10,00-1363,00)	143,50 (2,40-887,00)	ns
Transferrin <sup>12</sup> [g/L]	2,45 (1,50-32,00)	2,40 (1,50-4,10)	2,60 (1,50-32,00)	ns
<2,5	50 (34)	28 (19)	22 (15)	ns
Lösl. Transferrinrezeptor <sup>13</sup> [mg/L]	1,23 (0,83-2,38)	1,30 (0,83-2,38)	1,20 (0,82-2,10)	ns
Zink <sup>14</sup> [µmol/L]	10,80 (7,30-32,00)	10,75 (7,30-16,20)	10,80 (7,80-32,00)	ns
Kupfer <sup>15</sup> [µmol/L]	17,85 (12,20-27,30)	17,75 (12,20-27,30)	17,85 (13,80-22,20)	ns

<sup>1</sup>N=113 <sup>2</sup>N=106 <sup>3</sup>N=122 <sup>4</sup>N=121 <sup>5</sup>N=116 <sup>6</sup>N=115 <sup>7</sup>N=122 <sup>8</sup>N=123 <sup>9</sup>N=114 <sup>10</sup>N=107 <sup>11</sup>N=89 <sup>12</sup>N=100 <sup>13</sup>N=94 <sup>14</sup>N=117 <sup>15</sup>N=34

<sup>\*</sup> Median (50 Ptz.) (Min.(5.Ptz.)-Max<sup>xx</sup>N=x/(%)

<sup>xx</sup> N=x/(%)

<sup>1</sup> MNA<sup>2</sup>-TA

<sup>''</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

Die Mikronährstoff- und Elektrolytanalytik ergab keine relevanten Zusammenhänge zur Variable „RiskMal“. Bei genauerer Betrachtung des Eisenstoffwechsels konnten Tendenzen festgestellt werden. So lagen 13% der untersuchten Senioren unterhalb des kritischen Eisenspiegels und 33% wiesen zu geringe Mengen des Transportproteins Transferrin auf, Risikopatienten häufiger als jene ohne Risiko. Die Versorgung, v.a. im Bereich der B-Vitamine war beim Risikokollektiv häufig erstaunlich gut, sogar besser als beim Kollektiv ohne Mängel. Dieser Umstand könnte durch den, in dieser Studien-

## Ergebnisse - III

population ( $\geq 60y$ ) oft angetroffenen Umstand der iatrogenen- oder Selbstmedikation mit Vit. B-Komplexen (N=80 mit NEM<sup>1</sup>-Konsum), erklärt werden. 43 Senioren hatten einen Cobalaminspiegel unter 250 pmol/L, 54 Zinkwerte kleiner 10,7  $\mu\text{mol/L}$ .

Zum Abschluss wurden inflammatorische-, atherogene-, sowie endokrinologische Marker betrachtet (Tab. 4.16):

Tab. 4.16: Deskription inflammatorischer und endokrinologischer Messgrößen innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Inflammation/Endokrinologie	RiskMal			p''
	gesamt (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko ( $\geq 23,5$ [Pkt.])	
C-Reaktives Protein <sup>1</sup> [mg/L] <sup>x</sup>	1,70 (<0,50-83,40)	1,85 (<0,50-26,60)	1,40 (<0,50-83,40)	ns
$\geq 5,0$	20/(13)	12/(8,00)	8/(5)	ns
Homocystein (tHcy) <sup>2</sup> [ $\mu\text{mol/L}$ ]	12,80 (2,60-47,60)	13,95 (2,60-47,60)	11,60 (6,30-44,30)	ns
$>12,0$	63/(42)	34/(23)	29/(19)	ns
TSH (i. S.) <sup>3</sup> [mIU/L]	1,01 (0,02-6,50)	1,06 (0,02-6,50)	1,09 (0,03-4,20)	ns
fT <sub>4</sub> (i. S.) <sup>4</sup> [pmol/L]	16,70 (10,70-128,50)	18,00 (12,53-128,50)	16,10 (10,70-93,00)	.260*
gT <sub>3</sub> (i. S.) <sup>5</sup> [nmol/L]	1,51 (0,02-6,94)	0,32 (0,02-6,94)	2,92 (0,02-6,50)	-.225*
$< 1,5$	53/(35)	29/(19)	24/(16)	ns
Cortisol (i. S.) <sup>6</sup> [ $\mu\text{g/dL}$ ]	10,40 (4,60-40,40)	11,40 (4,90-40,40)	10,05 (4,60-21,70)	.259*
Testosteron (i. S.) <sup>7</sup> [ $\mu\text{g/L}$ ]	1,78 (0,02-6,94)	0,32 (0,02-6,94)	2,92 (0,02-6,50)	-.268*

<sup>1</sup>N=115 <sup>2</sup>N=113 <sup>3</sup>N=102 <sup>4</sup>N=101 <sup>5</sup>N=111 <sup>6</sup>N=91 <sup>7</sup>N=90 <sup>8</sup>N=106 <sup>9</sup>N=103

<sup>x</sup> Median (50 Prz.) (Min. (5. Prz.)-Max. (95. Prz.))

<sup>x</sup>N=x/(%)

<sup>1</sup> MNA<sup>®</sup>-TA

'' Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant,  $r<0,2$ ),  $p<0,05$

Das CRP<sup>2</sup> als positives Akute-Phase-Protein zeigte häufiger erhöhte Spiegel, wenn ein Teilnehmer mangelernährt war oder ein Risiko hierfür bestand. Dieser Trend setzte sich beim Homocystein fort. Die Analyse der metabolisch wirksamen thyroidealen Hormone ergab für das proteinunabhängige, freie Thyroxin höhere Werte bei Risikopatienten. Das Thyronin hingegen fiel bei Risikopatienten im Sinne eines „Niedrig T<sub>3</sub>- Phänomens“ öfter wesentlich geringer aus. Stress, wiedergespiegelt durch erhöhte Cortisolwerte (zirkadianer Rhythmus!), wirkte sich im vorliegenden Kollektiv auch auf die Einordnung in die Risikogruppe aus. Ebenso wie die Tatsache, weiblichen Geschlechtes zu sein bzw. einen geringen Testosteronspiegel aufzuweisen. Männer mit niedrigem Testosteronspiegel waren einer genaueren Analyse zur Folge aber nicht signifikant häufiger in die Risikogruppe eingeordnet worden ( $r_s<0,2$ ).

<sup>1</sup> NEM = Nahrungsergänzungsmittel, Mono- sowie Multivitaminpräparate (vom Arzt verordnet/Selbstmedikation)

<sup>2</sup> C-Reaktives Protein

Speziallabor vs. MNA<sup>®</sup>

Im Hinblick auf die Bedeutung Analysen des Vitamin B-Stoffwechsels wurde das Speziallabor mit besonderer Aufmerksamkeit ausgewertet (Tab. 4.17):

Tab. 4.17: Deskription der Meßgrößen des Speziallabors innerhalb der Gesamtpopulation (N=150)

Speziallabor	RiskMal			p''
	gesamt (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
Methylmalonsäure <sup>1</sup> [µg/L] <sup>x</sup>	25,00 (12,00-134,00)	26,00 (12,00-90,00)	24,00 (15,00-134,00)	ns
>47,0 <sup>xx</sup>	6/(14)	5/(12)	1/(2)	ns
Holo-Transcobalamin (i. S.) <sup>1</sup> [pmol/L]	56,00 (20,00-128,00)	54,00 (20,00-128,00)	84,00 (21,00-124,00)	-.324**
<35,0	9/(21)	6/(14)	3/(7)	ns
Transketolase (i. Ery.) <sup>2</sup> [U/L]	51,00 (28,00-97,00)	51,00 (28,00-97,00)	51,00 (35,00-66,00)	ns
Thiaminpyrophosphat- Effekt <sup>2</sup> [%]	14,30 (1,90-35,60)	14,40 (1,90-27,30)	14,30 (5,20-35,60)	ns
>20,0	6/(24)	3/(12)	3/(12)	ns

<sup>1</sup> N=42 <sup>2</sup> N=25

<sup>x</sup> Median (50 Prz.) (Min.(5.Prz.)-Max.(95.Prz.))

<sup>xx</sup> N=x/(%)

<sup>®</sup> MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>\*\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman- Rho (ns=nicht signifikant, r<0,2), p<0,05

Auffällig war der gute Bezug des Holo-TC's<sup>1</sup> zum Zielkriterium. Erniedrigte Holo-TC-Spiegel traten dabei zeitlich noch vor einer Erhöhung der MMA<sup>2</sup> bzw. einer späteren Reduktion des (Plasma-) Cobalamins auf und wären somit das Mittel der Wahl der Vit. B12-Mangel-(Früh-)diagnostik. Der Zusammenhang zwischen MMA und Holo-TC betrug r<sub>S</sub>= -.512. Männer der Population hatten häufiger niedrige Holo-TC-Spiegel als Frauen (r<sub>S</sub>=.417). Bei der Analyse des Thiamin-Metabolismus waren keine Tendenzen zu erkennen, obwohl die Stimulation mit TPP<sup>3</sup>, verbunden mit einer Ketolaseaktivierung (über 20%), differenziert betrachtet wurde. Auch hier gab es keine weiteren Zusammenhänge zu Alter oder Geschlecht.

<sup>1</sup> Holo-Transcobalamin

<sup>2</sup> Methylmalonsäure

<sup>3</sup> Thiaminpyrophosphat

Labor-Parameter untereinander

Die Zusammenhänge der Laborwerte wurden untersucht. Dafür wurden die als signifikant zur Zielvariable analysierten Blutbildparameter miteinander verglichen (Tab. 4. 18):

Tab. 4.18: Statistische Zusammenhänge der Blutbildmeßgrößen untereinander

	Erythrozyten	Hämatokrit	Hämoglobin
Erythrozyten	-	.720 <sup>1</sup>	.676
Hämatokrit		-	.810
Hämoglobin			-

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho  $r_s$ ,  $p < 0,05$

Signifikante Beziehungen bestanden zwischen allen aufgeführten Parametern des kleinen Blutbildes. Aus diesem Grund wurden alle, angeführt von Hämoglobin, als zur Aufnahme in *geroMAT* geeignet betrachtet. Letztendlich ausgewählt wurde Hb wegen seiner Korrelationsstärke zu „RiskMal“, Hkt und Erys.

Aufgrund mangelnder Aussagekraft und fehlender Zusammenhänge zum Risikokriterium wurden die Leber- und Nierenwerte, sowie die Mikronähstoffanalytik nicht weiter betrachtet. Ebenso wurde das Speziallabor („Holo-TC“) aus *geroMAT* ausgeschlossen, da es mit hohen finanziellen und organisatorischen Bemühungen verbunden war. Aus den endokrinologischen Größen wurde nur das „Niedrig-T<sub>3</sub>-Phänomen“, da aus der Mangelernährungsliteratur bekannt<sup>[75]</sup>, weiter bewertet.

Zur *geroMAT*-Entwicklung wurden wichtige Metabolite erneut betrachtet (Tab. 4.19):

Tab. 4.19: Statistische Zusammenhänge der Metabolite untereinander

	Albumin	Gesamtprotein	Transferrin	Ferritin	Harnstoff	Kreatinin	Kataboliequotient
Albumin	-	.407 <sup>1</sup>	.271	ns	ns	ns	ns
Gesamtprotein		-	ns	.297	ns	.242	ns
Transferrin			-	-.418	ns	ns	ns
Ferritin				-	.207	.307	ns
Harnstoff					-	.596	ns
Kreatinin						-	ns

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns= nicht signifikant,  $r_{sn} < 0,2$ ),  $p < 0,05$

Als möglicher Parameter für *geroMAT* zeigte Albumin eine gute Beziehung zu Gesamtprotein und Transferrin, das wiederum gut mit Ferritin korrelierte. Weiter erwies sich Kreatinin als „Feature“ mit gutem Zusammenhang zu Gesamtprotein und Ferritin. Aus genaueren Analysen erschloss sich eine Verknüpfung zwischen tendenziell niedrigen Albumin-, bzw. Transferrinwerten (unter 2,5 [g/L]) und erhöhten CRP-Spiegeln (über 5,0 [mg/L]) (Abb. 4.20, Abb. 4.21):

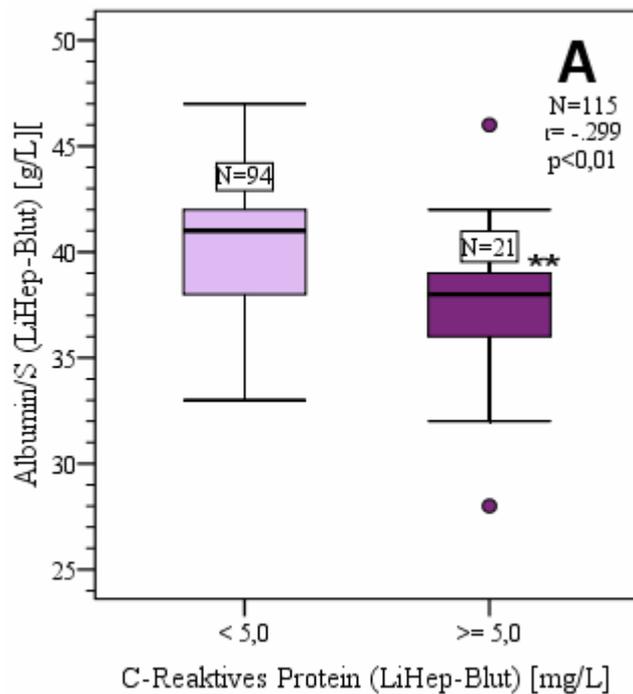


Abb. 4.20: Beziehung des Albumin [g/L] zu erhöhten CRP-Spiegeln [mg/L]- Boxplot

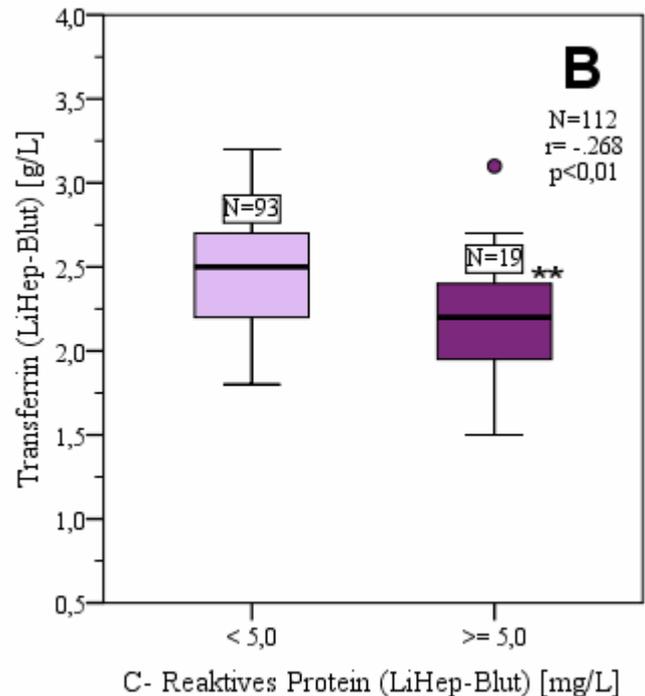


Abb. 4.21: Beziehung des Transferrin zu erhöhten CRP-Spiegeln [mg/L] – Boxplot

**Fazit:** Geeignete labordiagnostische „Features“ zur *geroMAT*-Analyse waren demnach Erythrozyten, Hämoglobin, Albumin, (gesamt-)Trijodthyronin. Die Laborparameter repräsentierten objektive, d.h. messbare Variablen der *geroMAT*-Entwicklung.

## 4.2.3 Vitaminanalytik (HPLC)

Diese besondere Analytik diente der Erfassung wasser- und fettlöslicher Vitamine (Tab. 4.20).

Tab. 4.20: Deskription der Vitaminanalytik innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Vitaminanalytik HPLC	RiskMal			p''
	gesamt (0-30 Pkt.)	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
Retinol (Vit. A) <sup>1</sup> [µmol/L] <sup>F</sup>	2,25 (0,25-6,74)	2,24 (0,25-6,74)	2,28 (0,72-3,81)	ns
α-Carotin <sup>2</sup> [µmol/L]	0,13 (0,01-1,49)	0,14 (0,05-0,85)	0,13 (0,01-1,49)	ns
β-Carotin <sup>3</sup> [µmol/L]	0,54 (0,04-8,23)	0,54 (0,04-5,16)	0,55 (0,14-8,23)	ns
Lycopin <sup>4</sup> [µmol/L]	0,34 (0,00-1,70)	0,35 (0,00-1,70)	0,34 (0,06-1,10)	ns
α-Tocopherol <sup>5</sup> [µmol/L]	33,60 (3,30-199,92)	32,72 (3,30-119,43)	35,91 (16,51-199,92)	ns
γ-Tocopherol <sup>5</sup> [µmol/L]	1,48 (0,01-19,78)	1,76 (0,01-19,78)	1,83 (0,05-14,51)	ns
Ascorbinsäure (Vit. C) <sup>1</sup> [µmol/L]	57,96 (1,68-466,73)	57,25 (5,08-466,73)	58,26 (1,68-171,63)	ns
Coenzym Q10 <sup>6</sup> [µmol/L]	1,22 (0,00-8,50)	1,23 (0,00-8,50)	1,20 (0,04-5,52)	ns

<sup>1</sup> N=147 <sup>2</sup> N=138 <sup>3</sup> N=141 <sup>4</sup> N=140 <sup>5</sup> N=130 <sup>6</sup> N=125

<sup>F</sup> MNA<sup>®</sup>-TA

'' Rangkorrelationskoeffizient (nach Spearman-Rho) p<0,05, ns=nicht signifikant, r<0,2

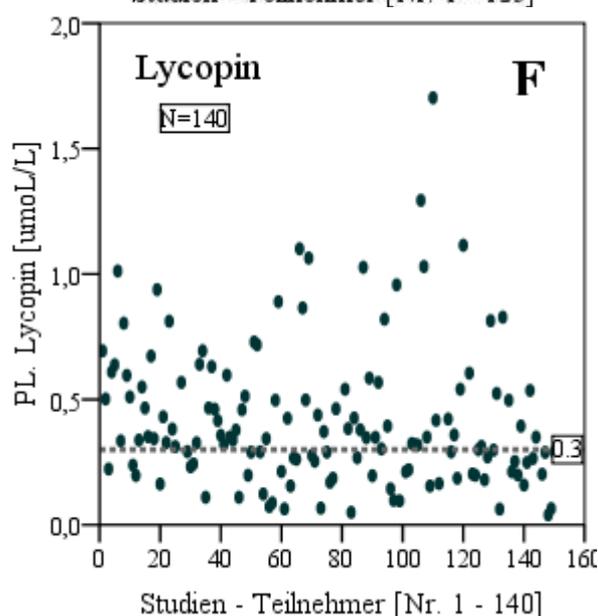
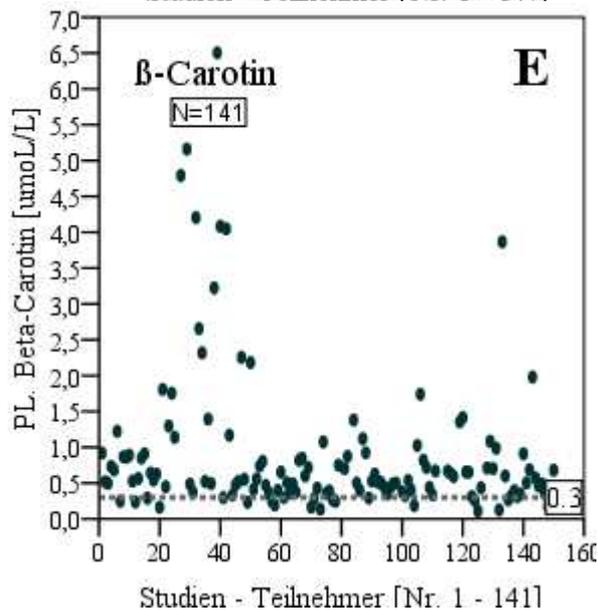
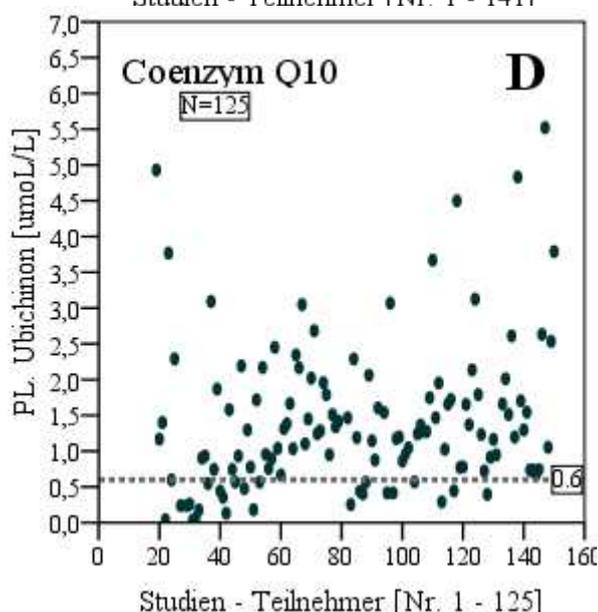
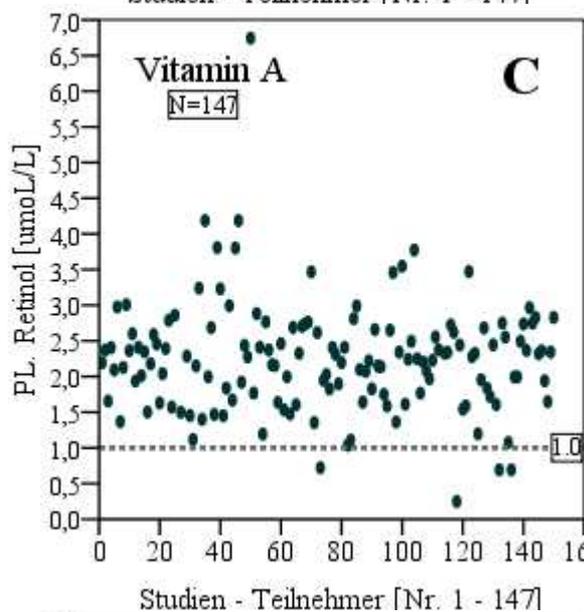
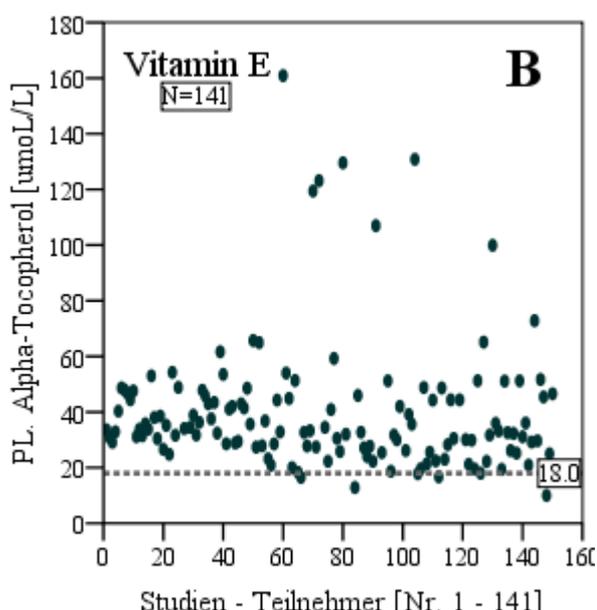
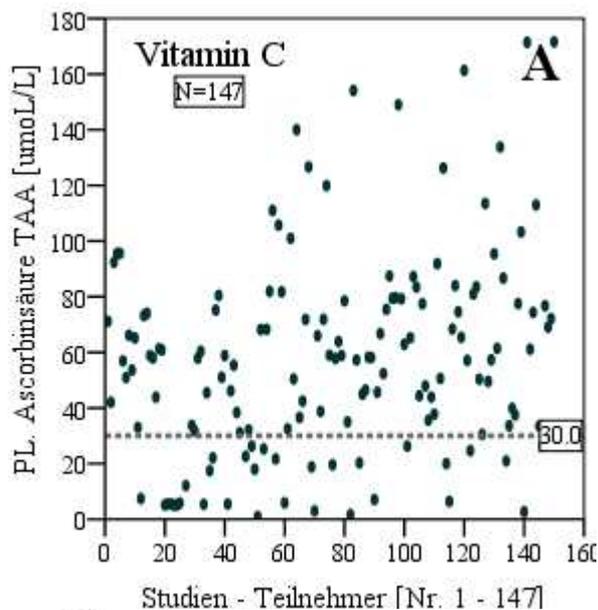
<sup>\*</sup> Median (50 Prz.) (Min.(5.Prz.)-Max.(95.Prz.))

Das untersuchte Kollektiv war insgesamt gut mit (den erfassten) Vitaminen versorgt. Retinol und α-Tocopherol wiesen häufiger etwas niedrigere Konzentrationen innerhalb der Risikogruppe auf. Desweiteren sank Retinol bei gleichzeitig erhöhtem CRP ab ( $r_s < 0,2$ ). Geschlechtsdifferente Unterschiede, sowie ein genereller Zusammenhang zu „RiskMal“ wurden nicht beobachtet. Ein Zusammenhang zum Alter konnte für α-Carotin ( $r_s = .235$ ) und β-Carotin ( $r_s = .238$ ) erfasst werden.

In den Abb. 4.22. (A-F) (folgende Seite) wurden die Verteilungen der Stichprobenergebnisse, speziell jene unterhalb der Referenz, betrachtet. Damit sollte ein Überblick über die Versorgungssituation im Seniorenkollektiv geschaffen werden. Ein Zusammenhang zwischen geringen Plasmaspiegeln und „RiskMal“ ergab sich dabei nicht:

→ Aus Gründen der besseren Übersicht erfolgte die Darstellung der zugehörigen Abbildungen auf der folgenden Seite:

Abb. 4.22.(A-F): Häufigkeit laborchemisch nachweisbarer Defizite von Ascorbinsäure, Tocopherol Retinol, sowie Coenzym Q10, β-Carotin und Lycopin im Gesamtkollektiv (N=150) - Dargestellt im Streudiagramm/Scatterplot



### Ascorbinsäure

Aus Abb. 4.22(A) wird die Streuung des Vitamin C-Gehaltes im Blut der Probanden ersichtlich. Demnach war bei 32 (22%) Senioren der Versorgungszustand marginal (kleiner 30,0 [ $\mu\text{mol/L}$ ]). Eine potentiell antioxidative Schutzwirkung durch AA erreichten 60 (42%) Teilnehmer.

### Tocopherol

Die Versorgung mit Tocopherol war überdurchschnittlich gut. Zu wenig Vitamin E (über 18,0 [ $\mu\text{mol/L}$ ]) konnte nur bei 3 (2%) Patienten nachgewiesen werden (Abb. 4.22(B)). Eine signifikante Beziehung zwischen  $\alpha$ -Tocopherolgehalten und korrespondierenden Cholesterinwerten bestand nicht ( $r_s < 0,2$ ). Die Tocopherol-/Cholesterinquotienten lagen über 2,2.

### Retinol

Das Minimum an Vitamin A (1,0 [ $\mu\text{mol/L}$ ]) wurde nur viermal (3%) unterschritten (Abb. 4.22(C)), wodurch die Versorgung auch hier als gut einzuordnen war.

### Coenzym Q10

Q10 nahm mit dem Alter etwas ab ( $r_s < 0,2$ ). 24 (19%) Senioren unterschritten dabei die 0,6 [ $\mu\text{mol/L}$ ]. Dagegen wurden von 14 Teilnehmern sogar therapeutisch wirksame Plasmaspiegel ( $\geq 2,5$  [ $\mu\text{mol/L}$ ]) erreicht (Abb. 4.22(D)).

### Carotinoide

Bei 18 (13%) konnte eine  $\beta$ -Carotin-Konzentration von unter 0,3 [ $\mu\text{mol/L}$ ] beobachtet werden (Abb. 4.22(E)). Dargestellt wurde abschliessend die Verteilung des Lycopins als Indikator der Aufnahme der Hauptlieferanten Tomaten- und Tomatenprodukte. Hierbei wurden 53 (38%) Probanden als unter der Referenz (unter 0,3 [ $\mu\text{mol/L}$ ]) eingestuft, was für eine mässige Versorgung im untersuchten Kollektiv über 60 Jahre(n) sprach (Abb. 4.22(F)).

**Fazit:** Keine Variable der Vitaminanalytik wurde anhand der Auswertungen für einen Einsatz in *gero-MAT* ausgewählt.

#### 4.2.4 Bukkale Mukosazellen

Die mit einem Schleimhautabstrich gewonnenen Wangenzellen wurden zunächst unter analytischen Aspekten beleuchtet (Tab. 4.21):

Tab. 4.21: Übersicht über die bukkalmuköse Analytik - detektierbare Größen und Ausfälle

Buccalmucosa- Analytik <sup>1</sup>	Zellzahl zu gering (kein Messwert vorhanden)	nicht detektierbar <sup>2</sup>	Ergebnis unterhalb Bestimmungsgrenze	Messwert vorhanden
Vitamin C <sup>x</sup>	52/(35)	63/(42)	-	35/(23)
Vitamin E	52/(35)	-	-	98/(65)
β-Carotin	52/(35)	17/(11)	17/(11)	64/(43)
Lycopin	52/(35)	32/(21)	23/(15)	43/(29)

<sup>1</sup> Fa. BioTeSys, Esslingen (HPLC-Labor)

<sup>2</sup> unter Nachweisgrenze

<sup>x</sup> N=x/(%)

Generell lag die Ausfallquote in der Stichprobe aufgrund zu geringer Zellzahl mit 35% sehr hoch. Nicht detektierbar, vom Grundrauschen nicht eindeutig differenzierbar, war hauptsächlich das Vitamin C. Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze waren wie bei Carotin und Lycopin in nur so geringen Konzentrationen vorhanden, dass sie analytisch nicht mehr genau erfasst werden konnten. Daten der Bukkalmukosa wurden deskriptiv betrachtet (Tab. 4.22):

Tab. 4.22: Deskription der bukkalen Mukosaanalytik innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Buccalmucosa- Analytik HPLC	RiskMal			p''
	gesamt <sup>1</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
Vitamin C <sup>1</sup> [pmol/μg DNA] <sup>x</sup>	4,30 (2,00-42,50)	4,30 (2,00-42,50)	4,70 (2,00-16,80)	ns
Vitamin E <sup>2</sup> [pmol/μg DNA]	15,50 (1,20-47,30)	15,10 (1,20-47,30)	16,90 (2,50-43,70)	ns
β-Carotin <sup>3</sup> [pmol/μg DNA]	0,40 (0,10-2,20)	0,40 (0,10-1,30)	0,30 (0,10-2,20)	ns
Lycopin <sup>4</sup> [pmol/μg DNA]	0,50 (0,10-6,90)	0,40 (0,10-6,90)	0,50 (0,20-3,00)	ns

<sup>1</sup>N=35 <sup>2</sup>N=98 <sup>3</sup>N=64 <sup>4</sup>N=43 MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>x</sup> Median (Min.(5.Prz.)-Max.(95.Prz.)) Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns= nicht signifikant r<0,2), p<0,05

Keines der Analyte war zum Zielkriterium signifikant korreliert. Risikopatienten waren der Tabelle zur Folge sogar tendenziell besser versorgt als normal ernährte Senioren. Um detailliertere Informationen über das Zusatndekommen dieser Ergebnisse zu erhalten, wurden die Konzentrationsverteilungen in bukkalen Zellen dargestellt (Abb. 4.23 (A-D), folgende Seite):

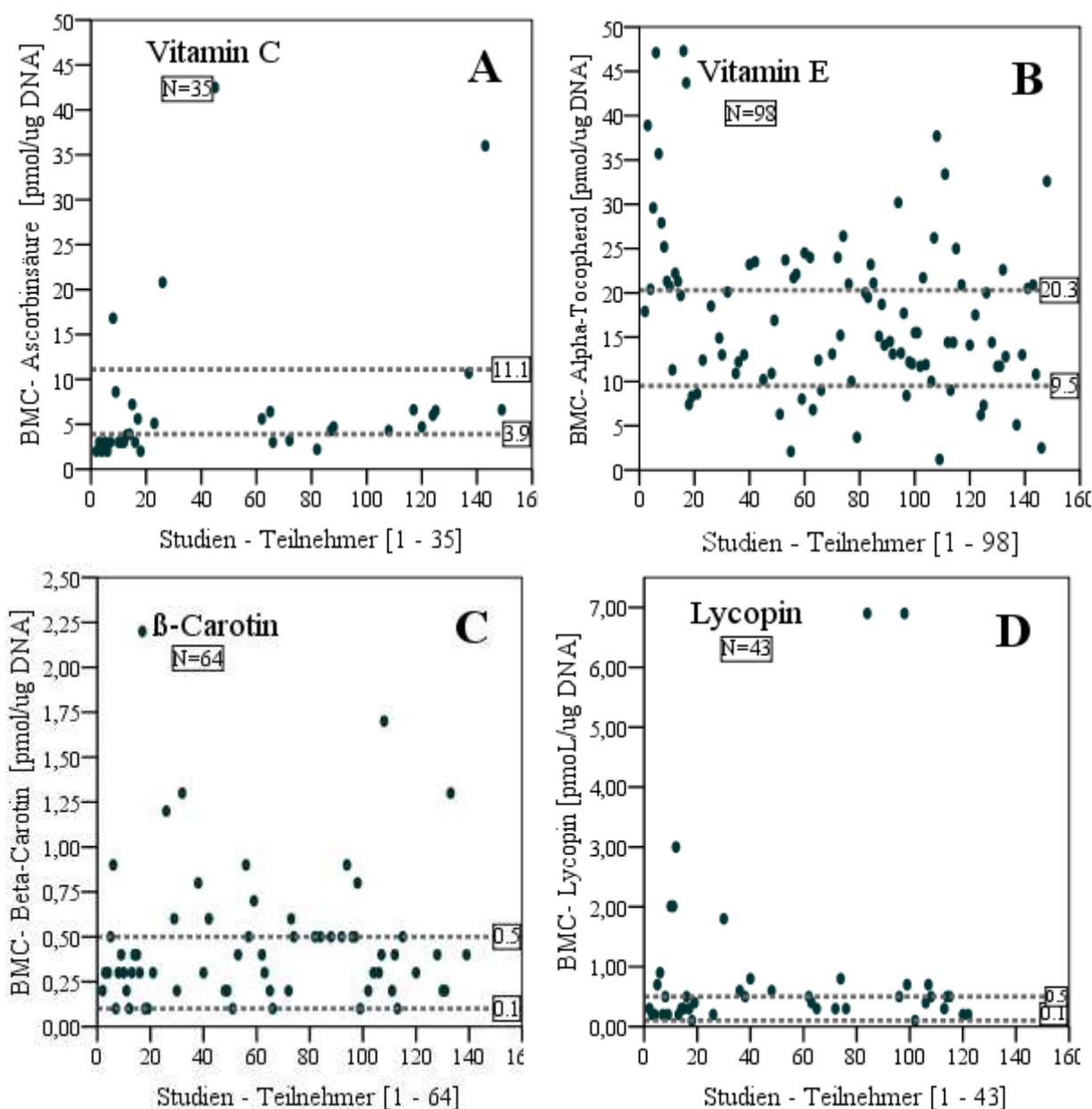


Abb. 4.23.(A-D): Verteilung der Konzentrationen von Vitamin C, E,  $\beta$ -Carotin und Lycopin bukkaler Mukosazellen innerhalb des Gesamtkollektivs (N=150) - Dargestellt im Streudiagramm/Scatterplot

Die kritische Konzentration an Vitamin C von unter 3,9 [pmol/ $\mu$ g DNA] wurde von 15 (43%) Teilnehmern unterschritten, während es bei Vitamin E (unter 9,5 [pmol/ $\mu$ g DNA]) 16 (16%) waren. Die Versorgung der Senioren mit  $\beta$ -Carotin lag innerhalb des Referenzbereiches. Allerdings wurden 17 Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze und somit unterhalb der Referenz erfasst (vgl. Tab. 4.22), gingen aber nicht in den Scatterplot mit ein. Genau so verhielt es sich mit der Analyse der Lycopindaten. Kein Proband hatte der Darstellung zur Folge einen Mangel aufgrund seiner bukkalen Analyte.

Trotzdem wurden 23 Senioren (15%) mit Konzentrationen unter der Bestimmungsgrenze registriert (Tab.4.21). Getestet wurden zusätzlich mögliche Zusammenhänge zwischen Bukkalmukosagehalten und korrespondierenden Konzentrationen des jeweiligen Vitamins im Plasma (siehe auch Kap. 4.2.3). Die Korrelationsanalyse ergab hierbei nur eine schwache Beziehung zwischen BMC- $\beta$ -Carotin und PL- $\beta$ -Carotin ( $r_s=.266$ ), sowie zwischen BMC- $\beta$ -Carotin und PL-Lycopin ( $r_s=.373$ ). Parameter bukkaler Mukosazellen untereinander wiesen im Fall von  $\alpha$ -Tocopherol und  $\beta$ -Carotin einen Zusammenhang in Höhe von  $r_s=.372$  auf.

**Fazit:** Die bukkalmuköse Analytik war aufgrund des materiellen, finanziellen und zeitlichen Aufwandes, vor allem aber aufgrund fehlenden Bezuges zum Zielkriterium, als *geroMAT*-,„Feature“ nicht geeignet.

### 4.2.4 Diskussion und Zusammenfassung

Das Teilprojekt **THI** diente im wesentlichen der Generierung objektiver, d.h. messbarer Größen zur Detektion einer Malnutrition. Neben anthropometrischen und Daten der Körperzusammensetzung wurden vor allem biochemische Parameter, wie das Routine- und Speziallabor, die Vitaminanalytik und die Bukkalmukosaabbürstung betrachtet. Limitierungen der einzelnen Methoden und Untersuchungen wurden in Kap. 5 separat diskutiert.

#### Anthropometrie und Bioelektrische Impedanz

Anthropometrische und bioelektrische Meßgrößen hatten in dieser Untersuchung entweder nur eine schwache oder keine Aussagekraft im Bezug auf die Vorhersage einer Mangelernährung. Alle Parameter wurden dreimal erfasst/gemessen und das arithmetische Mittel diskutiert. In die spätere *geroMAT*-Entwicklung wurden der BMI und der Wadenumfang eingeschlossen. Als „Zusatzfeatures“ könnten der Oberarmumfang (als WU-Ersatz und zur Berechnung des AMU) und der KMV ( $\geq 5\%$  in drei Monaten) dienen.

Im Falle der Möglichkeit eine BIA durchführen zu können, wurden die Variablen Phi, BCM (%) und die Indizes ECM/BCM und ECW/ICW ausgewählt.

Das Körpergewicht fiel in dieser Untersuchung bei Risikopatienten 6% niedriger aus als bei normal ernährten Teilnehmern ( $r < 0,2$ ), zudem wurden in der Risikogruppe tendenziell häufiger Gewichtsverluste über 5% (innerhalb der letzten drei Monate) registriert ( $r < 0,2$ ). Gewichtseinbußen korrelieren häufig mit qualitativer und quantitativer Malnutrition, sowie erhöhter Morbidität und Mortalität<sup>[140]</sup>. So beobachteten DE GROOT ET AL. (2002)<sup>[133]</sup> die Gewichtsentwicklung eines europäischen Seniorenkollektivs (N=662, SENECA-Population) über zehn Jahre und stellten fest, dass die erfaßte Gewichtsreduktion von 23 (männlich) bzw. 27% (weiblich) der Baseline zu einer signifikanten Erhöhung der Mortalität führte ( $p < 0,001$ ). Auch in dieser Studie waren multimorbide Probanden oder Senioren, die ein Krebsleiden (konsumierend) überstanden hatten, häufiger von Gewichtsverlusten betroffen. Verglichen mit Erhebungen an anderen unabhängig lebenden Populationen, sowie der NHANES-Datenbank (MW=28,0 [kg/m<sup>2</sup>])<sup>[134],[138]</sup> lag der mittlere BMI dieses Gesamtkollektivs (26,09 [kg/m<sup>2</sup>]) niedriger, aber noch im Bereich des Normalgewichts (ESPEN, 2000). Die gesonderte Betrachtung von Teilnehmern mit einem BMI unter 21,0 [kg/m<sup>2</sup>] wies einen Zusammenhang zur Zielvariable auf ( $p < 0,05$ ). Hier waren allerdings eindeutigere Unterschiede erwartet worden. Die Gründe für dieses Ergebnis könnten an den wenigen Mangelernährten (N=7) des relativ „autark“ lebenden Kollektivs festgemacht werden. Frauen der Untersuchung hatten häufiger einen BMI kleiner 21,0 [kg/m<sup>2</sup>] und waren anzahlmässig häufiger in der Risikogruppe vertreten. Im Rahmen des „Ageing Nutrition Projekts“ wurde der Trend zu geringerem BMI im Alter an deutschen Seniorinnen bestätigt<sup>[124]</sup>.

Ein Wadenumfang  $\leq 31$  [cm] konnte als Hinweis auf eine Sarkopenie gedeutet werden. 7% aller hier gescreenten Senioren lagen unterhalb dieser Grenze, wovon 6% als Risikopatienten eingestuft wurden. Ein monoton negativer Zusammenhang zu „RiskMal“ bestand ( $p < 0,05$ ), sowie signifikante Korrelationen zu den darüber hinaus erfassten anthropometrischen Größen ( $p < 0,01$ ). Das der Wadenumfang als repräsentativ für die fettfreie Masse (FFM), Funktionalität und Mobilität des Teilnehmers gedeutet werden kann, beschrieben schon CUERVO ET AL. (2009)<sup>[69]</sup> ( $N=22.007$ ,  $>65y$ ) und BONNEFOY ET AL. (2002)<sup>[135]</sup> (WU vs. FFM:  $r=.661$ ,  $p < 0,001$ ). Der große Vorteil der WU-Meßung lag in ihrer Einfachheit. Die Ermittlung des Wadenumfangs war sensitiver als die des OAU. Der Annahme zur Folge bildete er muskuläre Atrophien schon bei beginnender Immobilität ab, zu einem Zeitpunkt, an dem die oberen Extremitäten noch normal belastet wurden. Allerdings konnte es z.B. bei (für Patienten im Senium nicht unüblichen) Beinödemen alternativ nötig sein, den OAU zu vermessen. Auch eine Kompression der Beine (bds.) war für dieses Kollektiv bezeichnend und verhinderte die Vermessung der Wade in zwei Fällen. Primär aus diesen Gründen wurde der OAU doch als ergänzendes „Feature“ in die *geroMAT*-Entwicklung mit aufgenommen. Zudem liess sich aus dem OAU relativ einfach der Armmuskelumfang berechnen (AMU), der seinerseits mit einem Mangelernährungsrisiko korrelierte (AMU kleiner 20 [cm],  $p < 0,05$ ).

Keine der darüber hinaus erhobenen, anthropometrischen Maße zeigte Korrelationen zu „RiskMal“. Tendenziell kleiner als die 10. Perzentile(n) waren OAU, THF und AMF.

Im Rahmen einer differenzierteren Betrachtung der Körperzusammensetzung wurde die Bioelektrische Impedanzanalyse durchgeführt. Diese ließ neben der rein quantitativen Einschätzung (Anthropometrie) auch eine qualitative Aussage über den Körperstatus zu. Der Phasenwinkel (Phi) als Maß der Zellgesundheit lag im Gesamtkollektiv eher im unteren Bereich der Referenz<sup>[68]</sup>. Phi sank mit jeder Altersdekade ( $p < 0,05$ ) und detektierte so „welche, geschädigte“ Zellen, deren Membranintegrität- und Dichte mit zunehmendem Alter sank. Nährstoffe und Zellwasser wurden evtl. nicht mehr optimal gespeichert. Dementsprechend gaben die gemessenen Winkel Aufschluss über zelluläre Defizite sowohl im Gesamtkollektiv, als auch altersadaptiert. Gründe hierfür könnten beginnende Inaktivitätsatrophien der alternden Population und eine reduzierte BCM durch verminderte stoffwechselaktive Muskelmasse gewesen sein. Infektionen und Entzündungen senkten den Phasenwinkel zudem. In vorliegender Untersuchung wiesen Senioren mit Phasenwinkel(n) unter 5 [°] im Mittel tendenziell erhöhte CRP-Konzentrationen im Plasma auf (MW=5,25 [mg/L]). Meßwerte unter 5 [°] wurden bei Risikopatienten häufiger festgestellt und zeigten einen Zusammenhang zur Mangelernährung ( $p < 0,05$ ). Dies war konform den Feststellungen von NORMAN K ET AL. (2007)<sup>[70]</sup>. Die Arbeitsgruppe unterteilte ihre Teilnehmer anhand des MNA<sup>®</sup> nach ihrem Ernährungszustand und fand signifikante Winkelunterschiede (4,0/3,7/2,9 [°]). Die Werte lagen noch deutlich unter den in dieser Studie erfassten. Dies ließ sich erneut an der Kollektivzusammensetzung festmachen. Während NORMAN K Pflegeheim-

bewohner untersuchte, wurden hier schwerpunktmässig unabhängig lebende, „fite“ Senioren mit wohl besser „genährten“ Zellen vermessen.

Weiter sollte die BCM [% der FFM] in die *geroMAT*-Analysen miteinfließen. Ihre Höhe zeigte Beziehung zur Prävalenz des Mangelernährungsrisikos ( $p < 0,05$ ). Geringe BCM-Werte kamen häufiger bei Frauen vor. Zum einen hatten Frauen vermutlich weniger Muskelmasse, zudem waren alle Mangelernährten (MNA<sup>®</sup>III) der Studie Frauen. Die BCM ist beim Gesunden größer als die ECM, der Quotient aus beiden (ECM/BCM) dementsprechend größer 1,0. Verringert sich die BCM, initialisiert durch katabole Prozesse (Inaktivität, Malnutrition, konsumierende Erkrankung, Alter), so erhöht sich der Index. Indizes größer 1,3 waren als Hinweis auf Wassereinlagerungen (Ödeme) oder BCM-Verluste interpretierbar. 49% der untersuchten Senioren hatten erhöhte Indizes, davon waren Risikoteilnehmer häufiger betroffen (26%). Als Determinante des metabolischen Umsatzes, detektiert durch den Muskelmasseanteil des Organismus, korrelierte die BCM (%) mit dem OAU [cm] ( $p < 0,05$ ). Aus diesem Grund könnten einfache, anthropometrische Parameter aufwendigere BIA-Analysen ersetzen. Dennoch sollte eine Impendanzanalyse als Option für schwer deutbare Fälle, prä-/post-OP, zum Langzeitmonitoring von Interventionen oder bei grundsätzlich vorhandenen finanziellen Möglichkeiten wählbar sein.

Neben erniedrigten ECM/BCM-Werten wurde ein Körperwassergehalt ( $TBW(\%) = 47,76$ ) unterhalb des für Senioren geltenden Referenzbereichs (50-60% der Körpermasse) registriert. Auch ICW(%) und ECW(%) lagen unterhalb der Referenz. Bei Risikopatienten war das ICW geringer ( $p < 0,05$ ), das ECW höher ( $r < 0,2$ ) als bei normal Ernährten. 81% aller Teilnehmer hatten ECW/ICW-Indizes über 0,8. Diese Ergebnisse sprachen in ihrer Gesamtheit für Flüssigkeitsverschiebungen aus dem IZR in den EZR in annähernd dem gesamten Kollektiv. ZUBROT I ET AL. (2009)<sup>[71]</sup> fanden bei multimorbiden Senioren mit 72,5% ähnlich hohe Prävalenzratio. Davon ausgehend konnten generell veränderte Hydratationsbedingungen innerhalb eines alternden Kollektivs angenommen werden. Deshalb wurde der ECW/ICW-Index als diagnostische „Zusatzoption“ in die Softwareanalysen mit aufgenommen.

Sämtliche darüber hinaus erfassten BIA-Analyte ließen in dieser Population keine weiteren, konkreten Vorraussagen einer Mangelernährung zu.

**Fazit:** In *geroMAT* sollte möglichst wenig apparativer Aufwand betrieben werden. Verminderte BMI- (unter 21 [kg/m<sup>2</sup>]) und WU ( $\leq 31$  [cm])-Werte zeigten Beziehung zur Mangelernährung. Eine Impendanzanalyse sollte als optional gelten und z.B. der einfacher zu messende OAU [cm] der BCM (%)-Messung vorgezogen werden. Sinkende Phasenwinkel (kleiner 5 [°]), BCM (%) und ECM/BCM-Indizes gaben Hinweis auf katabole Prozesse und „welkende“ Zellen. Flüssigkeitsverschiebungen (ECW/ICW) wurden als repräsentativ für die alternde Stichprobe diskutiert.

### Routine-und Speziallabor

Nur wenige klinische Parameter zeigten einen Bezug zur Zielvariable „RiskMal“. Als „Features“ in die Endanalysen aufgenommen wurden Hämoglobin, Albumin,  $gT_3$  und CRP. Grundsätzlich sollte die laborchemische Diagnostik quantitative (z.B. PEM) und qualitative (Mikronährstoffe) Defizite detektieren.

Hämoglobin zeigte als Bestandteil des kleinen Blutbildes geringere Konzentrationen bei Mangelernährungsrisiko ( $p < 0,01$ ). Ausschließlich Senioren der Risikogruppe hatten deutlich reduzierte Konzentrationen unter  $12,5 \mu\text{mol/L}$  ( $p < 0,05$ ). Bei diesen Teilnehmern konnte eine Anämie, z.B. bedingt durch Malnutrition, angenommen werden. Der Hämatokrit und die Erythrozytenzahl waren zudem reduziert ( $p < 0,01$ ). 13% der Gesamtpopulation, davon 9% der Risikopatienten hatten Eisenkonzentrationen unter  $9,5 \mu\text{mol/L}$ . Als ursächlich konnten beispielhaft eine fleischlose/-reduzierte Ernährungsweise (17%), eisenkomplexierende Medikamente (nicht erfasst) oder durch eine Gastritis (24%) verursachte Eisenresorptionsstörungen vermutet werden. Risikopatienten zeigten einen Trend zu Transferrinspiegeln unter  $2,5 \text{ g/L}$ . LEUENBERGER M ET AL. (2007)<sup>[72]</sup> beschrieben diese Grenze als geeigneten Indikator einer Proteinmangelernährung, wogegen FELDBLUM I ET AL. (2007)<sup>[58]</sup> weder signifikante Veränderungen des Hämoglobins noch des Transferrins bei Unter- oder Fehlernährung detektierten.

Albuminspiegel im unteren Referenzbereich gaben Hinweis auf eine mögliche Malnutrition. Albumin wurde schon früh als potentieller Risikomarker der Mangelernährung diskutiert (HAY RW ET AL., 1975)<sup>[73]</sup>, da er sich an schwer Mangelernährten der Entwicklungsländer zur Detektion geeignet erwies. Spätere Untersuchungen anderer Kollektive konnten dies häufig nicht bestätigen, woraus gefolgert wurde, Malnutrition sei ein multidimensionaler Prozeß, der nicht alleine durch einen Parameter zu erfassen sei. Doch zeigten Studien immer wieder starke Zusammenhänge des Albuminspiegels mit Mangelernährungssituationen auf<sup>[2,74]</sup>. In dieser Untersuchung konnte zwar ein Zusammenhang zwischen dem Risiko und niedrigen Albuminspiegeln nachgewiesen werden ( $p < 0,5$ ), jedoch war nur ein Teilnehmer mit einer echten Hypoalbuminämie ( $< 35 \text{ g/L}$ ) identifiziert worden. Auch KAISER MJ ET AL. (2009)<sup>[63]</sup> fanden bei Risikopatienten signifikant geringere Albuminkonzentrationen ( $36,0$  bei Risiko vs.  $40,7 \text{ g/L}$  ohne Risiko), die wie hier oberhalb des kritischen Wertes lagen. Ursächlich dafür könnten erneut die durchschnittlich „junge“ Zusammensetzung des Kollektivs und wahrscheinlich noch relativ gute Proteinzufuhr gewesen sein. Mit dem Alter sank das Albumin ( $r < 0,2$ ) und bestätigte damit die Titulierung des Albumins als Marker „biologischen Alterns“ (GUNDULA-Studie)<sup>[136]</sup>.

Erwartungsgemäß zeigten niedrige Albuminspiegel (negatives Akute-Phase-Protein) und erhöhtes CRP (positives Akute-Phase-Protein) einen monoton negativen Zusammenhang ( $p < 0,05$ ). Senioren

mit einem Mangelernährungsrisiko hatten tendenziell höhere CRP-Konzentrationen im Blut. Dies sprach für gesteigerte inflammatorische Prozesse innerhalb der Risikogruppe bzw. eine geschwächte Immunabwehr. Dies spiegelte sich auch im Abfall der Serumproteine, speziell des Albumins, wieder. Aufgrund dieser Beobachtung sollte darüber diskutiert werden, ob Albumin nur in Verbindung mit dem CRP-Spiegel (unter 5,0 mg/L) in die *geroMAT*-Analysen eingehen soll(te).

Das sog. „Niedrig T<sub>3</sub>-Phänomen“ führte häufiger zur Einordnung in die Risikogruppe. 35% der Studienteilnehmer hatten gT<sub>3</sub>-Spiegel unter 1,5 [nmol/L], wovon 20% ein Mangelernährungsrisiko besaßen (p<0,05). Gleichzeitig war das freie Thyroxin leicht erhöht (p<0,05). Dies sprach für das Vorliegen eines „Niedrig-T<sub>3</sub>-Phänomens“. Dabei handelt es sich um Veränderungen der thyreoidalen Homöostase. Thyroxin wird nur noch unzureichend zu fT<sub>3</sub> (freies T<sub>3</sub>) dejodiert, es bildet sich verstärkt rT<sub>3</sub> (reverse T<sub>3</sub>), wodurch der Energie- und Sauerstoffverbrauch gesenkt und die Protektion gegen aggressive Metabolite und autoimmunologische Prozesse aktiviert wird. Sinn dieser Vorgänge ist der Schutz eines geschwächten Organismus. Vor allem konsumierende Erkrankungen und entzündliche Vorgänge (Zytokine, Glukokortikoide, etc.) lösen das Phänomen aus. Wie in der vorliegenden Untersuchung ersichtlich, war die T<sub>3</sub>-Reduktion prognostisch für ein Mangelernährungsrisiko. Ein kürzlich erschienener Review beschreibt das Syndrom als einen geeigneten Faktor zur Identifizierung kataboler Prozesse<sup>[75]</sup>. Senioren mit einem „Niedrig-T<sub>3</sub>-Phänomen“ haben zudem eine schlechtere klinische Prognose. Deshalb wurde der Marker in die *geroMAT*-Analysen aufgenommen.

Laborchemisch nachweisbare Defizite des Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsels oder hepatische, nephrologische Auffälligkeiten hinsichtlich des Ernährungszustandes wurden nicht beobachtet. Ebenso ergaben sich aus der Mikronährstoffanalytik keine neuen Erkenntnisse. Die Analysen des Speziallabors zeigten einen guten Zusammenhang von Holo-Transcobalamin als Marker der Frühdiagnostik eines Vitamin B12-Mangels<sup>[127]</sup>. Trotzdem wurde das gesamte Speziallabor aus den *geroMAT*-Analysen ausgeschlossen. Der logistische, versandtechnische und finanzielle Aufwand zur Bestimmung der Parameter erschien für den ambulanten/stationären Alltag als ungeeignet und nicht realisierbar.

**Fazit:** Die meisten Meßdaten der groß angelegten Labordiagnostik waren zur Einschätzung des Mangelernährungsrisikos ungeeignet oder zu aufwendig. Einzig die Akute-Phase-Proteine CRP und Albumin, der Anämie-Marker Hämoglobin und das „Niedrig T<sub>3</sub>-Phänomen“ ließen Bewertungen zu.

### Vitaminanalytik

Die meisten Studien beschäftigen sich mit Protein-Energie-Malnutrition(en) (PEM), Daten zu Mikronährstoffmängeln sind dagegen rarer. Das hier untersuchte Kollektiv war den arithmetischen Mitteln nach gut mit Vitaminen versorgt. Keines der Ergebnisse der Vitaminanalytik ließ eine Aussage über eine Minderversorgung an Mikronährstoffen in Verbindung mit einem erhöhten Mangelernährungsrisiko zu.

Die Versorgung mit den exogenen Antioxidantien Ascorbinsäure und Tocopherol war gut. 42% der Senioren hatten Ascorbinsäurespiegel, die optimalen, antioxidativen Charakter besaßen. 22% waren nicht ausreichend versorgt. Vitamin C konnte als Biomarker der Obst- und Gemüseaufnahme im Kollektiv interpretiert werden, da der Mensch über keine Eigensynthese verfügt. Demnach war die Aufnahme bei 78% der Senioren gut. Einer Metaanalyse zu Zusammenhängen der Ascorbinsäureaufnahme und resultierender Plasmaspiegel zur Folge zeigten BRUBACHER D ET AL. (2000)<sup>[76]</sup>, dass Senioren (>60y) mit einer täglichen Aufnahme von 60 mg Vitamin C durchschnittliche Plasmaspiegel von 31,0 [µmol/L] erreichen. Das vorliegende Kollektiv hatte selbst in der Risikogruppe Plasmakonzentrationen (57,25 [µmol/L]), die über den Empfehlungen der Konsensuskonferenz (50 [µmol/L]) lagen. Diese Höhe ist laut Metaanalyse erst mit einer täglichen Zufuhr über 100 mg erreichbar. Bei den Vitaminen A und E fiel der Mangel noch geringer aus (3% marginal), die externe Aufnahme (Nüsse, Öle, Leber, etc.) und/oder Supplementierung führte zu normalen Versorgungszuständen. β-Carotin als Hauptcarotinoid im Plasma deutscher Probanden (15-30%) war Indikator v.a. der Gemüsezufuhr und zeigte bei 13% Mängel. Der Lycopinspiegel, repräsentativ für die Zufuhr an Frischtomaten- und Tomatenprodukten, war mit 38% bei über einem Viertel der Population zu gering. Nach Durchsicht der Datenlage konnte festgestellt werden, dass zumindest 6 Patienten erfasst wurden, die den Genuß von Tomaten komplett verweigerten, andere gehörten der Gruppe mit Gemüsekonsum weniger als 1-3x/Woche an. Folglich wurden dort Senioren erfasst, die höchstwahrscheinlich wenig Tomatenprodukte zu sich nahmen. Trotzdem waren sowohl β-Carotin als auch Lycopin-Ergebnisse, gemessen an anderen Untersuchungen<sup>[77]</sup> durchschnittlich höher.

Allgemeine Gründe für die unerwartet gute Versorgung mit Vitaminen waren zum einen erneut in der Zusammensetzung des Kollektivs zu suchen (wenig hospitalisierte, institutionalisierte, hauptsächlich unabhängige Senioren). Zum anderen anderen besaß das Altenheim, aus dem nur 24 Probanden rekrutiert wurden, ein Qualitätsmanagement innerhalb der Küche, der soziale Dienst und die Heimleitung achteten explizit auf qualitativ hochwertige, frische Lebensmittel und abwechslungsreiche Speisen. Die Einrichtung wurde sehr „familiär“ geführt, ein kontinuierliches Monitoring der Parameter „BMI, Gewichtsverlust, labordiagnostische Mängel“ wurde durchgeführt. Die Bewohner wurden regelmäßig medizinisch betreut. Aus diesen Gründen war die Wahrscheinlichkeit eines starken Mikro-

nährstoffdefizits eher gering. Aus dem Krankenhaus einbestellte Patienten erhielten zum Zeitpunkt der Untersuchung Vollwertkost. Die restliche Studienpopulation ernährte sich überwiegend selbständig.

Abschließend sei noch das generelle Problem erwähnt, dass keine etablierten Grenzwerte der Mikronährstoffkonzentrationen im Plasma von Senioren vorlagen. Aus diesem Grund wurden in der Literatur Daten ähnlichen Kollektivs recherchiert. Zum europäischen und innerdeutschen Vergleich wurde der Vitaminstatus gesunder Senioren sowohl der EURONUT-SENECA<sup>[125]</sup> (N=2.500, 11 Länder)- als auch der VERA<sup>[126]</sup>-Studie (Teil der Nationalen Verzehrsstudie BRD, N=2.006) herangezogen. Die Ascorbinsäure war in der SENECA-Studie nicht gemessen worden. Die hier beschriebene Erhebung zeigte für die Ascorbinsäure geringere Spiegel als im Kollektiv der VERA-Studie, dafür lag das Vitamin A tendenziell höher bei vergleichbarem  $\beta$ -Carotin-Level. Auch die  $\alpha$ -Tocopherol-Analysen waren vergleichbar und zeigten keinerlei Bezug zu den ermittelten Cholesterinwerten. Dies wurde mit den generell hohen PL-Vitamin E-Spiegeln erklärbar.

**Fazit:** Die Versorgung (der Stichprobe) mit Vitaminen war gut. Im Kontext mit der Literatur entsprach die Aufnahme an Vitamin C im Schnitt den Empfehlungen. Mängel an Vitamin A,  $\beta$ -Carotin und E waren kaum nachweisbar. Einzig die Zufuhr an Tomaten und deren Produkte, detektiert durch den Lycopinspiegel, war aus verschiedensten Gründen bei über einem Viertel der Senioren mangelhaft.

### Bukkale Mukosazellen

Die Abbürstung bukkaler Zellen erwies sich aufgrund ihrer hohen Ausfallquote (35%) als nur bedingt für das vorliegende, geriatrische Kollektiv geeignet. Zudem erhielt die Autorin keinerlei Hinweis auf die Einschätzung einer Malnutrition.

Grund für die Untersuchung der BMC war die anfängliche Annahme, die Bukkalmukosa spiegle die Vitaminversorgung der Senioren langfristiger (*Speicherdimension*) und damit optimaler wieder als das Plasma (*Verfügungsdimension*), welches ständigen Schwankungen unterliegt (postprandial, Aktivität und Stress). Mit ihrer Dicke von 500-800  $\mu\text{m}$  besitzt die nichtkeratosierte Mukosa eine höhere Permeabilität als die Epidermis der Haut und wird intensiver durchblutet. Zudem wird sie von allen oral zugeführten Lebensmitteln und Getränken passiert und ist gleichzeitig Zielgewebe der Plasmaantioxidantien. Dies machte sie zu einem geeigneten Ansatzpunkt der Vitaminanalytik.

Enttäuschenderweise wies in dieser Seniorenpopulation kein Parameter einen signifikanten Zusammenhang zur Mangelernährung auf ( $r < 0,2$ ). Allein die differenziertere Betrachtung der Analyte zeigte Defizite (unter der Referenz) bei 43% der Ascorbinsäurewerte, 6% der Vitamin E-Spiegel, gefolgt von 15% beim Lycopin und 11% bei  $\beta$ -Carotin. Zusammenhänge zwischen den Plasma- und Mukosaspiegeln, wie sie bei Hypothesenstellung erwartet wurden, konnten nicht für alle Variablen gezeigt

werden. Studien zuvor konnten diese Zusammenhänge durchaus beschreiben<sup>[78],[79]</sup>. Dieser Erhebung zur Folge korrelierten nur PL-β-Carotin und β-Carotin/BMC ( $p < 0,05$ ). GABRIEL H ET AL<sup>[137]</sup> ermittelten einen höheren Bezug dieser Variablen von  $p < 0,03$ . Gründe für die Ergebnisse der Autorin könnten in der hohen Ausfallquote (35%) begründet gewesen sein, die zu einer Verzerrung der Ergebnisse führte. Bukkalmukosa unterliegt normalerweise einer raschen Proliferation, der zelluläre Turnover ist hoch (ca. eine Woche). Altersbedingt nimmt die Turnoverrate und der intrazelluläre Metabolismus jeglicher Gewebe jedoch stetig ab. Dies könnte zur nur in eingeschränktem Maße möglichen Abbürstung von Zellen geführt haben. Zudem war die Mukosa bei einigen Probanden schon mit bloßem Auge als in einem „suboptimalen“, d.h. zerklüfteten, angebissenen oder entzündlichem, Zustand identifizierbar gewesen.

Ein genereller Zellmangel („*ungenügende Zellzahl*“) in den eingeschickten Proben war Hauptgrund der großen Ausfälle. Weiter waren zwischen 11- und 42% der Pellets nicht detektierbar. Ihr Signal war vom Grundrauschen des Verfahrens nicht abgrenzbar. Die Abbürstung als Methode als solche konnte die Zellen mechanisch beschädigen, wodurch die Autorin vermutete, dass häufig nur noch „Zellfragmente“, keine intakten Zellen Bestandteil des Versandpellets waren. Dieser Zustand wurde durch die Aufarbeitung (zweimaliges Zentrifugieren) manifestiert. Fragmentierte Zellen lieferten evtl. auch fragmentierte DNA. Diese diente als Bezugsgröße (pmol Analyt/μg DNA) der unterschiedlichen Pelletgrößen. Zwischen der Nachweis- und Bestimmungsgrenze war das Analyt zwar in der Probe enthalten, ließ sich aber nicht mehr präzise (Unbestimmtheitsmaß) quantifizieren. Dies hatte bei 11% der β-Carotin und 15% der Lycopinbestimmungen die Kategorisierung in „*unter der Bestimmungsgrenze*“ zur Folge. Trotz dieser Bewertung könnten jedoch grenzwertig geringe Konzentrationen in der Mukosa vorhanden gewesen sein. Deshalb wurden die so titulierten Variablen in die Endanalysen als „*unter der Referenz*“ eingeordnet. Dies wurde vor allem anhand der grafischen Darstellungen verdeutlicht.

Zuletzt wären noch methodische Mängel in der Schleimhautgewinnung, verursacht durch die Autorin, zu diskutieren. Jedoch konnten diese nahezu ausgeschlossen werden, da die Autorin nach bekannt werdenden Ausbeuteproblemen direkt im Analytikzentrum in Esslingen die Anwendung perfektionierte, in der Genauigkeit (mehr Wiederholungen) und praktischen Durchführung geschult wurde. Danach blieben die Ausfallsquoten dieselben.

**Fazit:** Die Bestimmung des Vitamingehaltes bukkaler Zellen war in dieser Stichprobe nicht aussagekräftig. Die aus verschiedensten Gründen hohe Ausfallquote erlaubte keine eindeutigen Rückschlüsse auf die tatsächliche Versorgung und damit auf qualitative Mangelsituationen. Die Einordnung der Ergebnisse „*unter der Bestimmungsgrenze*“ erwies sich zudem als problematisch.

### Zusammenfassung

Ziel/Fragen: Hauptintention des *THI* war die Generierung objektiven Datenmaterials anhand anthropometrischer Meßgrößen, biochemischer Parameter und der Körperzusammensetzung.

Studienaufbau/Methodik: Körpergröße und Gewicht wurden erfasst, der BMI berechnet. Die THF wurde kalipometrisch ermittelt, Waden- und Oberarmumfang vermessen. Gewichtsverluste wurden dokumentiert. Eine phasensensitive, bioelektrische Multifrequenzimpedanzanalyse erlaubte die Auswertung einzelner Körperkompartimente und deren Ableitungen. Der biochemischen Diagnostik dienten das Blutbild, hepatische, nephrologische und endokrinologische Parameter, sowie eine umfangreiche Analytik der Mikronähstoffe, des Protein-, Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels. Eine Abbürstung bukkaler Mukosazellen wurde vorgenommen. Alle Ergebnisse wurden deskriptiv beschrieben und eine Korrelationsanalyse (nach Spearman) durchgeführt.

Resultate: Risikoteilnehmer wiesen verschiedenste Veränderungen auf. Das Körpergewicht war um 6% geringer ( $r < 0,2$ ), Gewichtsverluste über 5% (in drei Monaten) und ein BMI kleiner 21,0 [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] wurde(n) v.a. bei Frauen häufiger beobachtet ( $p < 0,05$ ). Der WU lag öfter unter 31,0 [cm] ( $p < 0,01$ ). Es bestand ein positiver Zusammenhang zwischen dem OAU [cm] und der BCM (%) ( $p < 0,05$ ), der THF [mm] und dem FAT (%) ( $p < 0,01$ ). Ein AMU kleiner 20,0 [mm] zeigte ein Risiko an ( $p < 0,05$ ). TBW (%), ECW (%) und ICW (%) lagen im Kollektiv unterhalb der altersadaptierten Referenz. Bei Risiko sank das ICW ( $p < 0,05$ ), das ECW stieg ( $r < 0,2$ ). Der ECW/ICW-Index lag bei 81% der Probanden über 0,8. Die BCM (%) war erniedrigt ( $p < 0,05$ ). Phi lag im Gesamtkollektiv im unteren Teil des Referenzbereiches und bei Risiko öfter unter 5 [°] ( $p < 0,05$ ), bei tendenziell erhöhten CRP-Spiegeln. Phi sank mit dem Alter ( $p < 0,05$ ). Hb, Hkt und Erythrozyten waren bei Risiko reduziert ( $p < 0,01$ ),  $\text{gT}_3$  sank ( $p < 0,05$ ). Albumin lag eher im unteren Referenzbereich und war altersabhängig. Nur ein Teilnehmer hatte eine Hypoalbuminämie (unter 35 [g/L]). Bei Risiko war Albumin erniedrigt ( $p < 0,05$ ), ebenso bei erhöhten CRP-Werten ( $p < 0,01$ ). CRP war bei Risiko tendenziell höher ( $r < 0,2$ ), Transferrin dagegen sank. Das Holo-TC wies zwar eine hohe Korrelation zum Zielkriterium auf ( $p < 0,01$ ), war aber finanziell und organisatorisch zu aufwendig in der Bestimmung.

Diskussion: Gewichtseinbußen betrafen v.a. multimorbide Senioren und jene mit überstandenen Tumorleiden. Der mittlere BMI war in etwa vergleichbar mit größeren Studien, ein Wadenumfang unter 31,0 [cm] konnte als Zeichen beginnender Immobilität und Hinweis auf eine Sarkopenie gedeutet werden. Als Alternative zur WU-Meßung wurde der OAU zur Berechnung des AMU diskutiert. Die BIA sollte nur als optionales Feature angeboten werden. Phi galt dabei als Maß der Zellgesundheit. Zelluläre Defizite könnten Ergebnis beginnender Inaktivitätsatrophien, sinkender BCM oder inflammatorischen Geschehens gewesen sein. ECM/BCM und ECW/ICW-Indizes zeigten v.a. katabole Prozesse und Wasserverschiebungen an. Die Gefahr einer Anämie war bei Risiko erhöht. Albumin bildete den langfristigen Ernährungszustand ab und zeigte als Akute-Phase-Protein zusammen mit CRP entzündliche Prozesse an. Veränderungen der thyreoidalen Homöostase bei Risiko

fürten zu erniedrigten  $gT_3$ -Spiegeln. Weitere Defizite der Labordiagnostik waren für *geroMAT* nicht relevant. Variablen der Vitaminanalytik eigneten sich in dieser Stichprobe aufgrund ihrer fehlenden Vorhersagekraft einer Mangelernährung ( $r < 0,2$ ) und im Fall der bukkalmukösen Abbürstung wegen der hohen Ausfallquote (35%) nicht zur Aufnahme in die Softwareentwicklung. Trends eines Nährstoffmangels wurden jedoch öfter in der Risikogruppe beobachtet (Mediane).

Schlussfolgerung: In die weitere Softwareentwicklung wurden als anthropometrische Parameter der BMI und der Wadenumfang, sowie die „Zusatz-Features“ OAU und KMV (% in drei Monaten) einbezogen. Labordiagnostisch relevant waren Hb, Albumin,  $gT_3$  und CRP. Im Falle einer Nutzung der Option „*BIA*“ sollten Phi, die BCM [%], sowie die Indizes ECM/BCM und ECW/ICW aufgenommen werden.

### 4.3 Teilprojekt III - „Ernährungsmusteranalyse“

#### 4.3.1 Ernährungsmuster mit dem Hohenheimer Kurzfragebogen

Anfänglich sollte die Verteilung des Ernährungsscores innerhalb der Gesamtstichprobe dargestellt werden (s. auch detaillierte Darstellung der Anhänge VX.1, VX.5, VY.1, DVD.1). Hierzu wurde das Ernährungsmuster deskriptiv beschrieben (Tab. 4.23):

Tab. 4.23: Deskription des *HKF/M.G8* und dessen für die Risikobewertung relevantesten Einzel-Scores

<i>Hohenheimer Kurzfragebogen M.G8</i>	<i>RiskMal</i>			<i>p</i> **
	gesamt* (0- 30 Pkt.)	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<i>HKF</i> -Gesamtscore [Pkt.] <sup>‡</sup>	119,00 (61,00-146,00)	113,00 (61,00-133,00)	124,00 (88,00-146,00)	-.368**
BMI-Scoring [Pkt.]	24,00 (0,00-24,00)	24,00 (0,00-24,00)	24,00 (4,00-24,00)	-.203*
Portionsgrößen- Scoring [Pkt.]	18,00 (0,00-18,00)	12,00 (0,00-18,00)	18,00 (4,00-18,00)	-.240*
Medikamenten- Scoring [Pkt.]	7,00 (0,00-12,00)	7,00 (0,00-12,00)	7,00 (0,00-12,00)	-.200*

\* Median (Min -Max )

† MNA<sup>®</sup>-TA

‡ N=131

\*\* Rangkorrelationskoeffizient (nach Spearman-Rho), p<0,05

Gesamtscore und Portionssoring wiesen niedrigere Bepunktungen in der Risikogruppe auf. Der Median des Gesamtergebnis lag innerhalb der untersuchten Klassen im oberen Scorebereich (über 100 [Pkt.]). Die für das Ergebnis relevantesten Einzelsorings waren die geriatrieadaptierenden Modifikationen (BMI, Portion, Medikamente). Es bestand eine gute Beziehung des Ernährungsmusters zum Zielkriterium (Abb. 4.24):

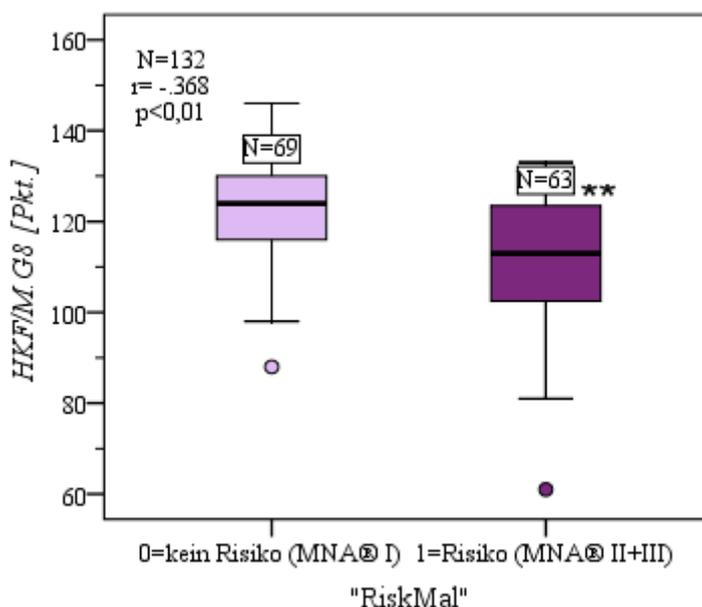


Abb. 4.24: Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Ernährungsmuster und der Zielgröße „RiskMal“

Die „Receiver Operating“-Charakteristik ergab eine akzeptable Trennschärfe des *HKF/M.G8* für „RiskMal“ ( $auROC_{HKF/M.G8}=.731$ , KI [.626;.7.99], Standardfehler=.044). Die Häufigkeit und Art der Aufnahme an Lebensmitteln war abhängig vom Geschlecht, nicht aber vom Alter (Abb. 4.25, Abb. 4.26):

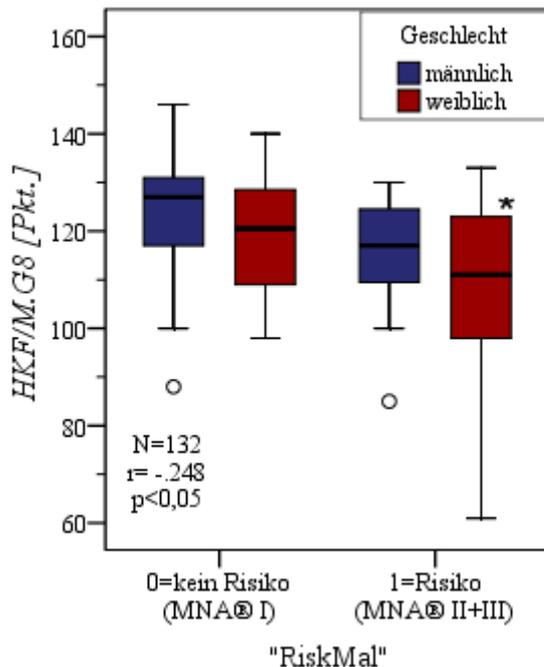


Abb. 4.25: Abhängigkeit des Kurzfragebogens *HKF/M.G8* vom Geschlecht – Boxplot

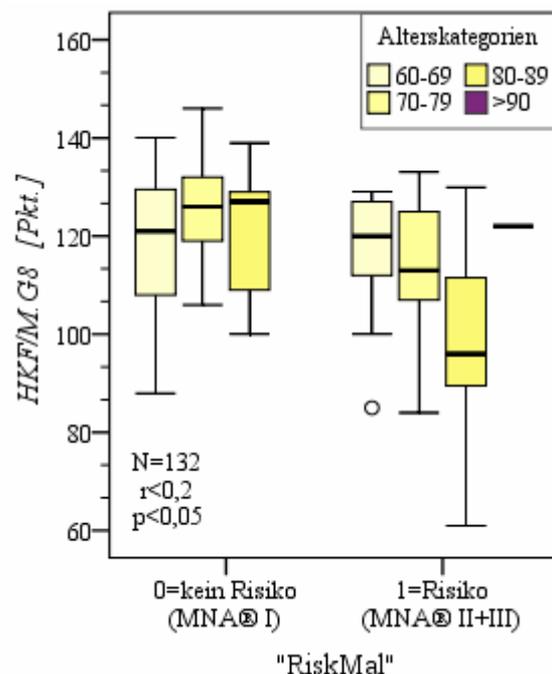


Abb. 2.26: Beziehung zwischen dem Kurzfragebogen *HKF/M.G8* und dem Alter – Boxplot

Während normal ernährte Senioren keine Auffälligkeit beim Scoring aufwiesen, konnten in der Risikogruppe mit steigendem Alter tendenziell niedrigere Mediane verzeichnet werden. Die Betrachtung war allerdings nicht signifikant. Demgegenüber standen die meist niedrigeren Scorewerte der Frauen im Vergleich zu den Männern derselben Klasse, welche als schwach signifikant einzuordnen waren. Neben dem Gesamtscore waren einige Einzelscores abhängig vom Geschlecht. Darunter der BMI ( $r_s = -.219$ ), die Portionsgröße ( $r_s = -.285$ ), der Wurstverzehr ( $r_s = .236$ ) und der Genuß von Spirituosen ( $r_s = .354$ ). Einen Bezug zum Alter wies die Mahlzeitengröße auf. Mit steigendem Alter wurde weniger verzehrt ( $r_s = -.278$ ).

Um weitere Abhängigkeiten festzustellen, wurden die Einzelscores des *HKF* gegeneinander getestet. Die wichtigsten Ergebnisse der Korrelationsanalysen werden aus Tab. 4.24 (folgende Seite) ersichtlich.

Tab. 4.24: Korrelationen (Spearman-Rho) der einzelnen Items des *HKF/M.G8* untereinander

Einzel score(s) [Pkt.] aus <i>HKF/M.G8</i>	$r^*$
Gemüse/Milchprodukte	.224*
Gemüse/Obst	.281**
Gemüse/Vollkornbrot	.211*
Obst/Vollkornbrot	.278**
Milchprodukte/Vollkornbrot	.206*
Wein/Weißbrot	.247*
Nicht alkoholische Getränke/Obst	.202*
Fleisch/Pommes, Bratkartoffeln	.289**
Medikamente/Portionsgröße	.256**

\*\* Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho,  $p < 0,05$

Die analysierten Beziehungen zeigten Korrelationen zwischen aus ernährungswissenschaftlicher Sicht als „gesund“ zu betrachtenden Ernährungsgewohnheiten. So nahmen Personen die häufig Gemüse aßen auch mehr Milchprodukte, Obst oder Vollkorn zu sich. Senioren mit einem höheren Fleischkonsum bevorzugten öfter Kartoffeln in verarbeiteter Form als Beilage als diejenigen mit selteneren Fleischmahlzeiten. Ein schwacher Zusammenhang bestand zwischen zahlreicher Medikamentenaufnahme, in *HKF* niedrig bepunktet, und einer reduzierten Mahlzeitengröße.

#### Cut-Off-Werte

Ein weiteres Ziel der Ernährungsanalyse war die Frage nach möglichen „Cut-offs“ zur Bewertung und Klassifizierung des *HKF/M.G8*. Grenzwerte wurden aus den Koordinatenpunkten der *ROC*-Kurve abgelesen (Koordinatenscreenshot s. Anhang). Diese lagen bei 89,5 [Pkt.] und 134,0 [Pkt.]. Der Zusammenhang der ermittelten Grenzwerte zu „RiskMal“ betrug  $r_s = -.349$ , zum *MNA<sup>®</sup>-TA* [Pkt.]  $r_s = -.383$ .

Alle Risikopatienten wurden in den Bereichen unter 134,0 [Pkt.] erfasst. Allerdings ergab die detaillierte Analyse der Klassen Fehleinschätzungen im Bereich der Normalernährung. Abb. 4.27 zeigt die Bepunktung innerhalb der definierten Grenzen:

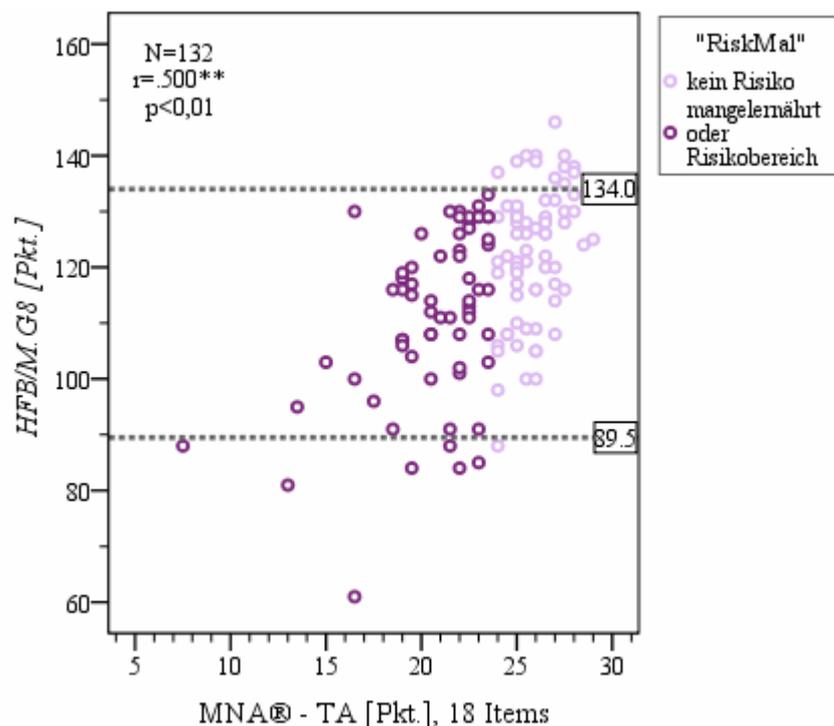


Abb. 4.27: Aus Koordinatenpunkten der ROC-Analyse abgelesene „Cut-Off“-Bereiche (<89,5 [Pkt.], 89,5-134,0 [Pkt.]; > 134,0 [Pkt.]) für die Ernährungsanalyse mittels *HKF/M.G8*

**Fazit:** Aufgrund seines guten Zusammenhangs sowohl zur Ursprungsvariable, als auch mit dem neuen Zielkriterium war der *HKF*, insbesondere in seiner für Senioren modifizierten Form „*HKF.M.G8*“, zum Einsatz in *geroMAT* geeignet und wurde als „Feature“ übernommen. Die für die untersuchte Stichprobe relevanten „geriatrischen“ Modifikationen „Medikation, Portionsgrösse und BMI“ wiesen alle einen Zusammenhang zur Testgrösse auf.

## 4.3.2 Nahrungsaufnahme und Essbiographie

Ernährungsgewohnheiten

Ziel dieser Untersuchungen war die Dokumentation der Ernährungsgewohnheiten innerhalb der Studienstichprobe. Tabelle 4.25 zeigt eine erste Übersicht:

Tab. 4.25: Deskription der Ernährungsgewohnheiten innerhalb des Gesamtkollektivs (N=150)

Nahrungsaufnahme I	RiskMal			p <sup>1</sup>
	gesamt <sup>2</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<b>Appetit<sup>3</sup></b>				-.361**
reduziert	36/(24)	29/(19)	7/(5)	
normal	98/(66)	40/(27)	58/(39)	
gesteigert	16/(11)	4/(3)	12/(8)	
<b>Geschmack</b>				.206*
normal	115/(77)	49/(33)	66/(44)	
gering beeinträchtigt	25/(17)	15/(10)	10/(7)	
stark beeinträchtigt	7/(5)	7/(5)	0/(0)	
kein Geschmack mehr	3/(2)	2/(1)	1/(1)	
<b>Geruch</b>				.232*
normal	113/(75)	48/(32)	65/(43)	
gering beeinträchtigt	18/(12)	13/(9)	5/(3)	
stark beeinträchtigt	13/(9)	9/(6)	4/(3)	
kein Geschmack mehr	6/(4)	3/(2)	3/(2)	
<b>HMZ<sup>1</sup></b>				ns
keine	0/(0)	0/(0)	0/(0)	
1 HMZ	1/(1)	1/(1)	0/(0)	
2 HMZ	13/(9)	8/(5)	5/(4)	
3 HMZ	136/(91)	64/(43)	72/(48)	
<b>ZMZ<sup>2</sup></b>				ns
nie	15/(10)	10/(7)	5/(3)	
selten	33/(22)	15/(10)	18/(12)	
1 ZMZ	63/(42)	30/(20)	33/(22)	
2 ZMZ	35/(23,3)	16/(10,6)	19/(12,7)	
3 ZMZ	3/(2)	2/(1,3)	1/(0,7)	
mehr als 3 ZMZ	1/(0,7)	0/(0)	1/(0,7)	
<b>Flüssigkeitszufuhr</b> [Gläser <sup>3</sup> /Tag]				-.239*
< 3	0/(0)	0/(0)	0/(0)	
3 – 5	12/(8)	9/(6)	3/(2)	
5 – 8	54/(36)	30/(20)	24/(16)	
8 – 12	50/(33)	23/(15)	27/(18)	
> 12	33/(22)	11/(7)	22/(15)	
<b>Portionsgrösse</b> [% der Tellergrösse]				-.220*
< 50	7/(5)	7/(5)	0/(0)	
50 – 75	47/(31)	24/(16)	23/(15)	
75 – 100	67/(45)	30/(20)	37/(25)	
> 100	10/(7)	2/(1)	8/(6)	

\* N=n(%)

\*\* MNA<sup>3</sup>-TA<sup>1</sup> Hauptmahlzeit

Rangkorrelationskoeffizient r nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant r&lt;0,2)

<sup>2</sup> Zwischenmahlzeit<sup>3</sup> Glas á 200 mL

In den Befragungen zu Appetit, Geruchs- und Geschmacksempfinden wiesen die Risikoteilnehmer schlechtere Ergebnisse auf als Probanden, die als normal ernährt eingestuft worden waren.. Sie nahmen weniger Hauptmahlzeiten und kleinere Portionsgrößen zu sich. Die Flüssigkeitszufuhr war geringer als im normal ernährten Kollektiv. Die weitere Betrachtung zeigte einen mit zunehmendem Alter abnehmenden Appetit ( $r_s = -.310$ ), verbunden mit verringerter Mahlzeitengröße ( $r_s = -.238$ ). Frauen hatten dabei weniger Appetit ( $r_s = -.203$ ) und aßen kleinere Portionen ( $r_s = -.244$ ). Männer höheren Alters gaben an, besser zu schmecken als Frauen vergleichbarer Dekade ( $r_s = .263$ ). Signifikante Ergebnisse wurden grafisch ausgewertet (Abb. 4.29-32):

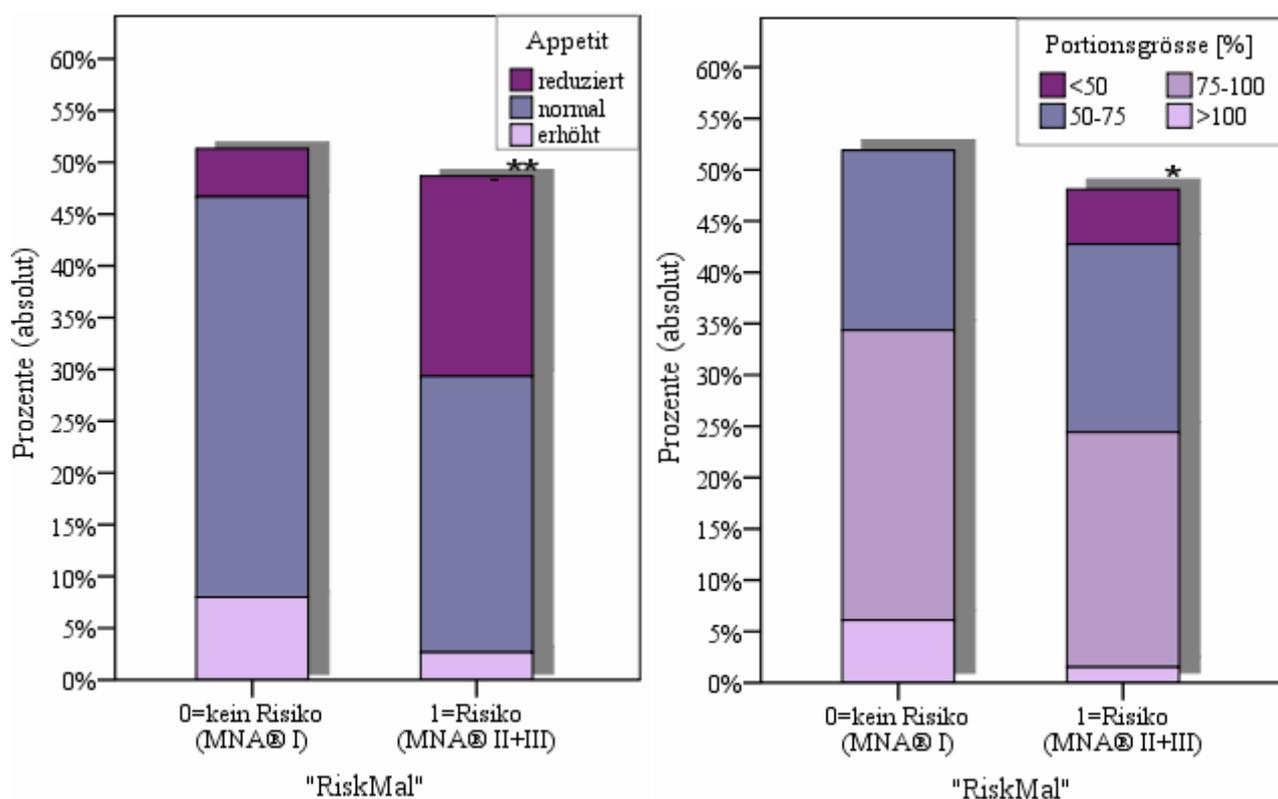


Abb. 4.29-30: Darstellung der Beziehung(en) zwischen Appetit und Portionsgröße und dem Zielkriterium „Risk Mal“- Balkendiagramm(e) (gestapelt)

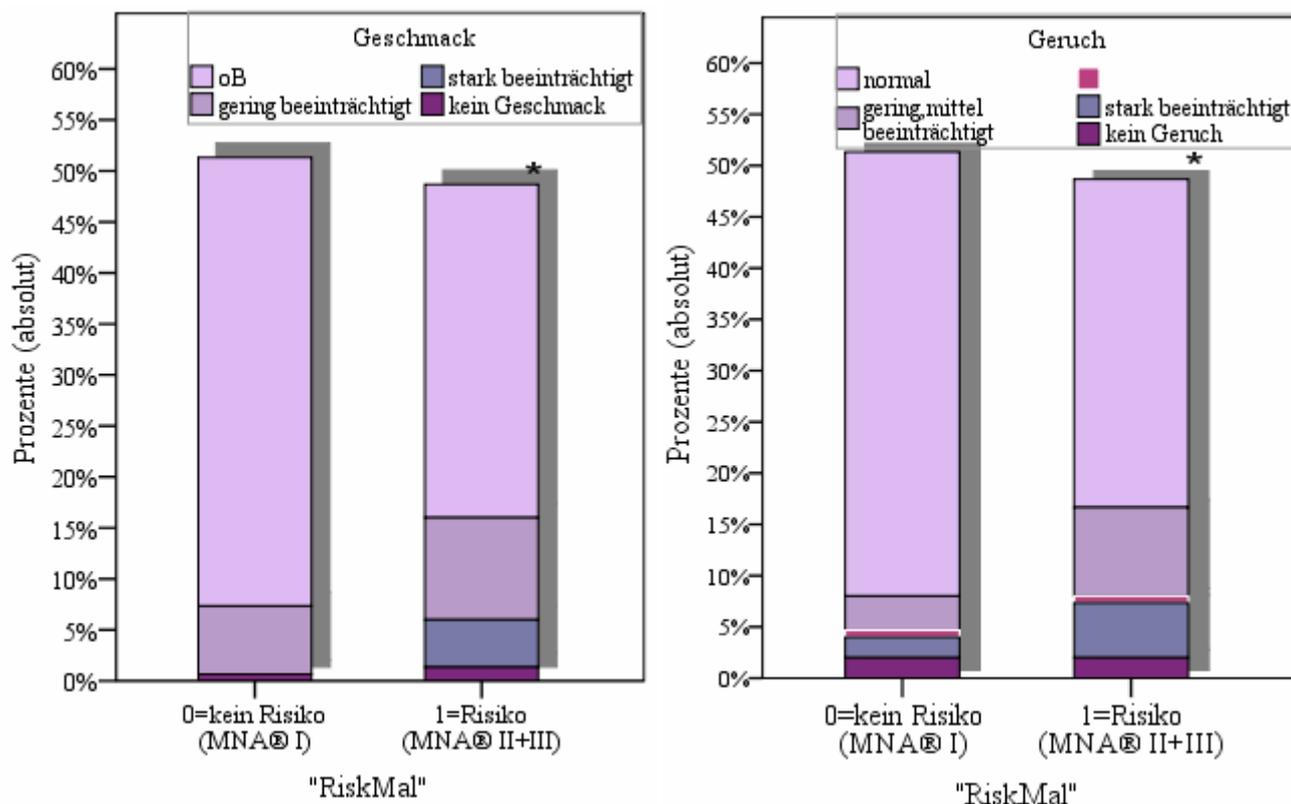


Abb. 4.31-32: Darstellung der Beziehung(en) zwischen Geruchs- und Geschmackssinn und dem Zielkriterium „RiskMal“- Balkendiagramm(e) (gestapelt)

Um ihre Eignung für *geroMAT* zu testen, wurden die Variablen auf ihre Abhängigkeit(en) hin untersucht (Tab. 4.26). Aufgrund der hohen Korrelation zwischen Geruchs- und Geschmacksempfinden wurde der Geschmackssinn als Parameter der Wahl für *geroMAT* selektiert.

Tab. 4.26: Statistische Zusammenhänge der Nahrungsaufnahme-Parameter untereinander

	Appetit	Geruch	Geschmack	Portionsgrösse
Appetit	-	ns <sup>1</sup>	-.209	.428
Geruch		-	.566	ns
Geschmack			-	.200
Portionsgrösse				-

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant)  
p<0,05

Probleme der Nahrungsaufnahme

Die weiteren Analysen beschrieben die Probleme bei der Nahrungsaufnahme (Tab. 4.27):

Tab. 4.27: Deskription der Probleme mit der Nahrungsaufnahme innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Nahrungsaufnahme II	RiskMal			p**
	gesamt (0- 30 Pkt.)	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<u>Probleme bei Nahrungsaufnahme</u>				
Zittern <sup>x</sup>	8/(5)	5/(3)	3/(2)	ns
Besteckproblematik	14/(9)	12/(8)	2/(1)	.262*
Vorschneiden nötig	7/(5)	7/(5)	0/(0)	.248*
Zahnprothesenprobleme				ns
alle Zähne vorhanden	64/(43)	24/(16)	40/(27)	
< 20 % Zähne	10/(7)	6/(4)	4/(3)	
20-50 % Zähne	18/(12)	11/(7)	7/(5)	
50-75 % Zähne	22/(15)	13/(9)	9/(6)	
> 75 % Zähne	18/(12)	9/(6)	9/(6)	
<u>GI- Problematik</u>				
Kauprobleme	8/(5)	6/(4)	2/(1)	ns
Dysphagie	11/(7)	11/(7)	0/(0)	.316**
Reflux/Sodbrennen	24/(16)	13/(9)	11/(7)	ns
Gastritis	36/(24)	23/(15)	13/(9)	.200*

<sup>x</sup> N=x/(%)

<sup>\*</sup> MNA®-TA

<sup>\*\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient  $r$  nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant  $r < 0,2$ ),  $p < 0,05$

Probleme bei der Nahrungsaufnahme betrafen Risikopatienten stärker als normal Ernährte. Je älter die Probanden, desto weniger vollständig war deren Gebiss ( $r_s = .200$ ). Schluckstörungen konnten in dieser Stichprobe nur bei gefährdeten Senioren generiert werden. Die grafische(n) Darstellung(en) der folgenden Seite zeigen signifikante Beziehungen auf (Abb. 4.33-36):

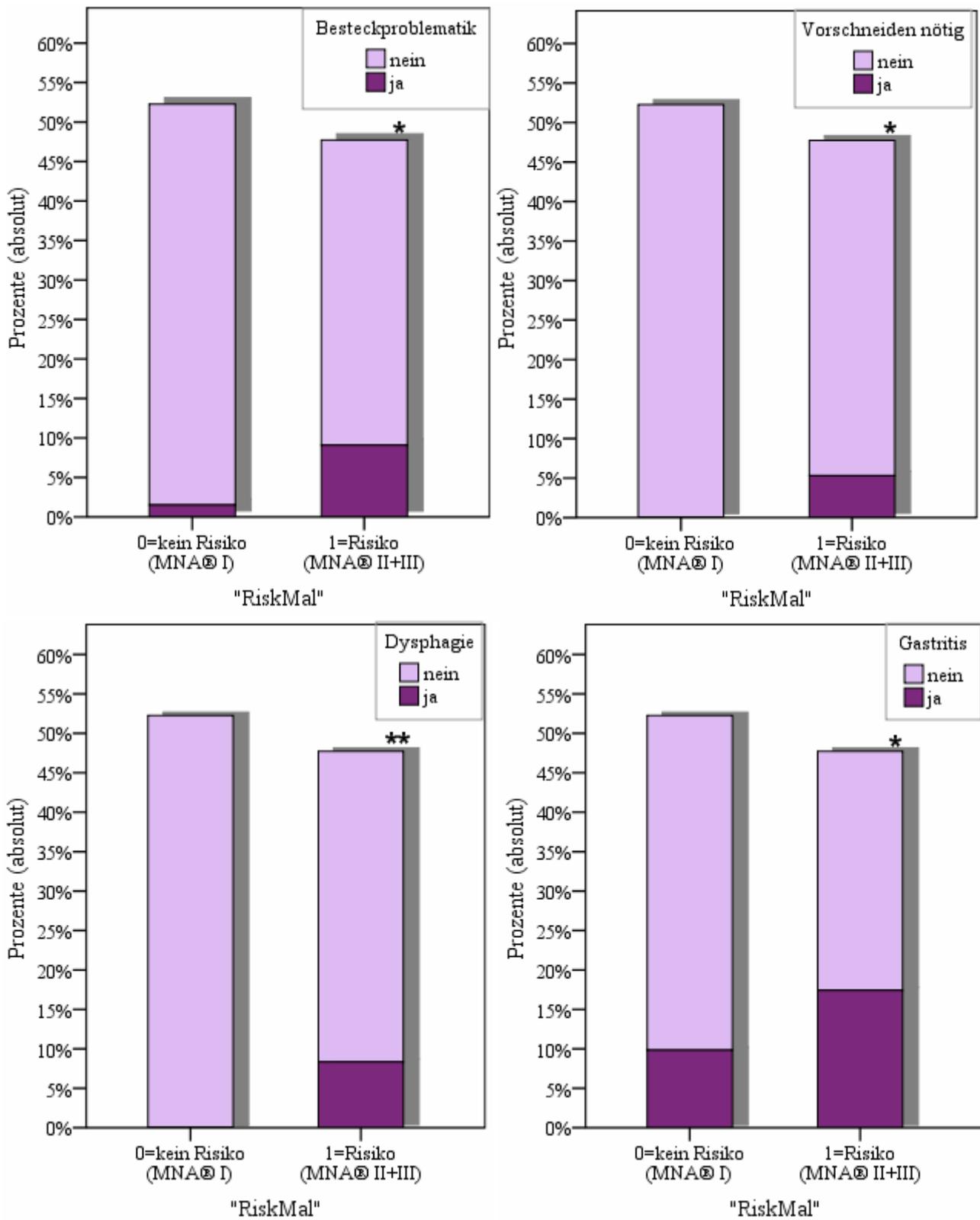


Abb. 4.33-36: Darstellung der Beziehung(en) zwischen Besteck- und Vorschneideproblematik, Dysphagie, Gastritis und dem Zielkriterium „RiskMal“- Balkendiagramm(e) (gestapelt)

Auch hier wurden die Parameter auf ihre Zusammenhänge hin getestet (Tab. 4.28):

Tab. 4.28: Statistische Zusammenhänge der Probleme bei der Nahrungsaufnahme untereinander

	Besteck	Vorschneiden	Dysphagie	Gastritis
Besteckproblematik	-	.358	ns <sup>1</sup>	ns
Vorschneiden nötig		-	.418	ns
Dysphagie			-	.246
Gastritis				-

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (ns=nicht signifikant,  $r_s < 0,2$ ,  $p < 0,05$ )

Die Variablen zeigten neben ihrer Beziehung zum Zielkriterium auch einen Zusammenhang untereinander und wurden deshalb in die *geroMAT*-Entwicklung aufgenommen.

### Energieverbrauch (Nährung)

Die Nahrungsalgorithmen wurden getrennt betrachtet (Tab. 4.29):

Tab. 4.29: Deskription des Energieverbrauchs (Nährung) innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Nahrungsaufnahme III	RiskMal			p**
	gesamt (0-30 Pkt.)	(=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(=) kein Risiko ( $\geq 23,5$ [Pkt.])	
Ruheenergieverbrauch (REE <sub>28</sub> <sup>1</sup> ) [kcal/d] <sup>x</sup>	1345,39 (983,12-2267,70)	1297,98 (983,12-1960,49)	1388,57 (1006,63-2267,70)	ns
Aktivitatsfaktor (PAL <sup>2</sup> ) <sup>xx</sup>				ns
1,2	1/(1)	1/(1)	0/(0)	
1,4-1,5	21/(14)	11/(7)	10/(7)	
1,6-1,7	124/(83)	60/(40)	64/(43)	
1,8-1,9	3/(2)	1/(1)	2/(1)	
2,0-2,4	1/(1)	0/(0)	1/(1)	
Gesamtenergieverbrauch (24h) (TEE <sub>28</sub> <sup>3</sup> ) [kcal/d]	2257,06 (1069,42-3628,32)	2065,23 (1069,42-3265,96)	2236,74 (1509,94-3628,32)	ns

<sup>x</sup> Median (Min.-Max.)

<sup>x</sup> MNA<sup>2</sup> - TA

<sup>xx</sup> N=x/(%)

<sup>\*\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant  $r < 0,2$ ,  $p < 0,05$ )

<sup>1</sup> Resting Energy Expenditure

<sup>2</sup> Physical Activity Level

<sup>3</sup> Total Daily Energy Expenditure

Für Teilnehmer mit Risiko wurden sowohl beim REE als auch beim TEE tendenziell niedrigere Kalorienzahlen berechnet. Da es sich bei den Variablen des Energieverbrauchs nur um subjektive Schätzungen ohne jede Beziehung zu „RiskMal“ handelte, wurden diese im Weiteren weder grafisch dargestellt, noch in *geroMAT* aufgenommen.

## Essbiografie

Die Deskription der Essbiographie ergab folgende Ergebnisse (Tab. 4.30):

Tab. 4.30: Deskription der Essbiographie innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Nahrungsaufnahme IV	RiskMal			p''	
	gesamt (0-30 Pkt.)	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])		
Nahrungszubereitung <sup>1</sup>					
unmöglich <sup>x</sup>	42/(32)	33/(25)	9/(7)	-.336**	
nur mit Hilfe möglich	49/(37)	15/(11)	34/(26)		
selbständig	41/(31)	15/(11)	26/(20)		
Essen auswärts	2/(1)	2/(1)	0/(0)	-.225*	
Partner	70/(50)	26/(18)	44/(32)		
Haushaltshilfe	3/(2)	1/(1)	2/(1)		
Essen auf Rädern	4/(3)	2/(1)	2/(1)	.372**	
Pflege-/Heimpersonal	21/(15)	19/(14)	2/(1)		
Nahrungsaufnahme <sup>1</sup>					
unmöglich	0/(0)	0/(0)	0/(0)	-.342**	
teilweise Hilfe nötig	16/(12)	15/(11)	1/(1)		
selbständig	116/(88)	48/(36)	68/(52)		
Ernährungsform <sup>2</sup>					
normale Kost	125/(90)	56/(40)	69/(50)	-.248**	
weiche Kost	8/(6)	8/(6)	0/(0)		.266**
pürierte Kost	6/(4)	4/(3)	2/(1)		
Sondenernährung	0/(0)	0/(0)	0/(0)		
Verweigerte Lebensmittel <sup>1</sup>					
Fisch	13/(10)	10/(8)	3/(2)	.200*	
Obst	2/(2)	1/(1)	1/(1)		
Gemüse	3/(2)	1/(1)	2/(1)		
Milchprodukte	11/(8)	6/(4)	5/(4)		
Fettes	4/(2)	2/(1)	2/(1)		

<sup>x</sup> N=x(%)

<sup>1</sup> MNA<sup>2</sup>-TA

<sup>1</sup> N=132

<sup>2</sup> Rangkorrelationskoeffizient r nach Spearman-Rho, p<0,05

<sup>2</sup> N=139

In jeder Kategorie fanden sich signifikante Parameter. Stärkstes Indiz für ein mögliche Mangelernährung war hierbei eine zunehmende Unfähigkeit zur Nahrungsaufnahme, gefolgt von der Unmöglichkeit deren selbständiger Zubereitung. Je älter Probanden waren, desto eher wurden sie hilfebedürftig bei der Nahrungszubereitung ( $r_s = -.337$ ). Mit zunehmenden Alter benötigten sie häufiger Hilfe durch Pflege/Heimpersonal ( $r_s = .398$ ) und erhielten dort seltener Mahlzeiten normaler Konsistenz ( $r_s = -.245$ ). Mit ansteigendem Alter erhöhte sich dadurch das Risiko, weiche Kost zu sich zu nehmen ( $r_s = .274$ ). Männer wurden meist von ihrer Partnerin bekocht ( $r_s = -.446$ ), während Frauen häufiger Hilfe durch Heimpersonal ( $r_s = .320$ ) erhielten, dennoch aber mehr normale Kost ( $r_s = -.219$ ) zu sich nahmen als Männer (die früher weiche Kost bevorzugten ( $r_s = .235$ )). Es wurden mehr Senioren höheren Alters erfasst, die Fischverweigerer waren ( $r_s = .205$ ). Obstverweigerer aßen auch ungern Gemüse ( $r_s = .397$ ).

Die grafische Darstellung verdeutlicht relevante Signifikanzen (Abb. 4.37-42):

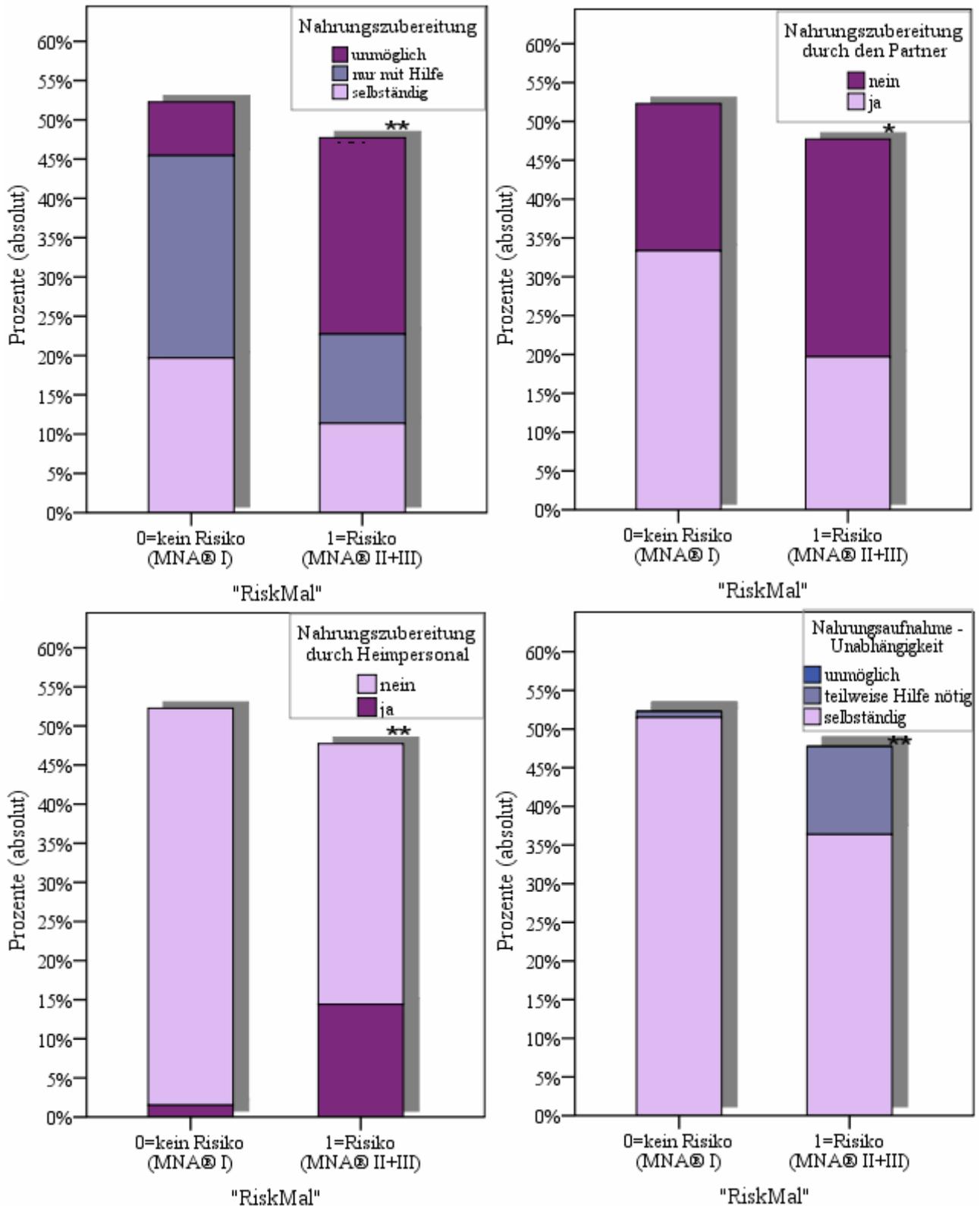


Abb. 4.37-40: Unterschiede bei der Nahrungszubereitung- und Aufnahme – Risikoteilnehmer und normal Ernährte im Vergleich- Balkendiagramm(e) (gestapelt)

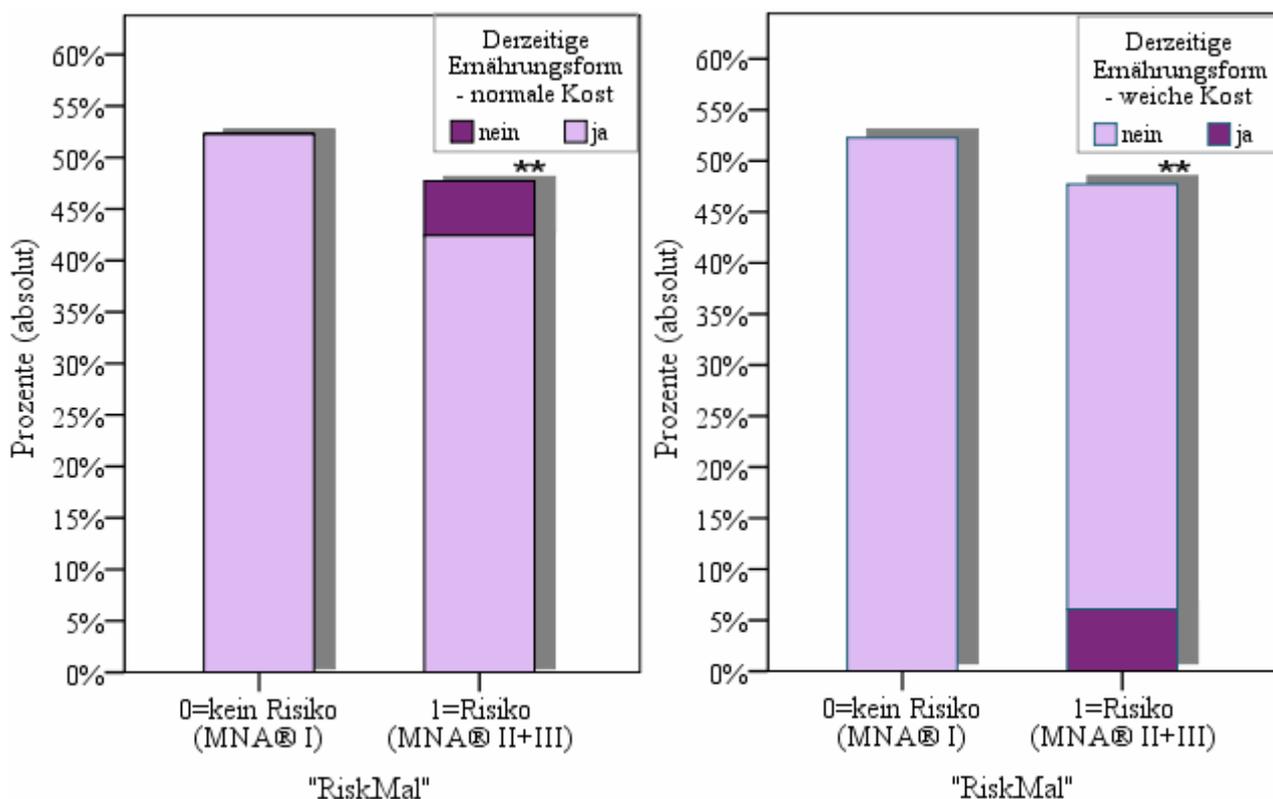


Abb. 4.40-42: Unterschiede in der Art zugeführter Kost – Risikoteilnehmer und normal Ernährte im Vergleich - Balkendiagramm(e) (gestapelt)

Abschliessend wurden selektierte Parameter gegeneinander getestet (Tab. 4.31):

Tab. 4.31: Statistische Zusammenhänge der Parameter des Ernährungsverhaltens untereinander

	Nahrungsaufnahme	Normale Kost	Weiche Kost	Nahrungszubereitung
Nahrungsaufnahme <sup>x</sup>	-	.223 <sup>1</sup>	-.295	.407
Normale Kost		-	-.790	ns
Weiche Kost			-	ns
Nahrungszubereitung <sup>xx</sup>				-

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (ns=nicht signifikant,  $r_s < 0,2$ ),  $p < 0,05$

<sup>x</sup> Unabhängigkeit (unmöglich, teilweise Hilfe nötig, selbständig)

<sup>xx</sup> Selbständigkeit (unmöglich, nur mit Hilfe möglich, selbständig)

Es bestanden gute Korrelationen zwischen den Testgrößen. Alle wurden in die weitere *geroMAT*-Analyse aufgenommen. Zuletzt wurde die rein subjektive Einschätzung des Ernährungszustandes des Probanden durch den Untersucher (hier die Autorin) analysiert. Die Tauglichkeit einer subjektiven

Nachjustierung sollte für *geroMAT* getestet werden. Die Auswertung zeigte eine gute Vorhersagekraft (Sensitivität=70%, Spezifität=68%, OPV=69%) des Ernährungszustandes durch den Untersucher ( $r_s = -.388$ ), wogegen die Einschätzung des eigenen Ernährungszustandes durch den Teilnehmer keinerlei Zusammenhang zum tatsächlichen Assessmentergebnis zeigte ( $r_s < 0,2$ ).

### Fazit:

In die *geroMAT*-Entwicklung wurden die Variablen „Appetit, Portionsgröße, Geschmack, Gastritis, Dysphagie, Nahrungszubereitung (Selbständigkeit), Nahrungsaufnahme (Unabhängigkeit) und Ernährungsform (normale/weiche Kost)“ aufgenommen. Als Zusatz könnten „Vorschneiden nötig“ und „Besteckproblematik“ fungieren. Alle „Features“ sind leicht abfragbar und benötigen keinen Material- und kaum zeitlichen Einsatz. Die subjektive Korrekturmöglichkeit durch den Untersucher sollte auf jeden Fall zur Feinjustierung (Schieberegler) des Assessments in *geroMAT* aufgenommen werden.

## 4.3.3 Nicht-nutritive Faktoren

## Activities of Daily Living

Funktionalität und Mobilität, sowie der Aufenthalt im Freien wurde im Hinblick auf „Risk-Mal“ betrachtet (Tab. 4.32):

Tab. 4.32: Deskription der ADL's - „Activities of Daily Living“ innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Nicht-nutritive Faktoren I	RiskMal			p <sup>**</sup>
	gesamt <sup>a</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<u>Activities of Daily Living (ADL's)<sup>a</sup></u>				
Funktionelle Einschränkungen <sup>1</sup>				ns
keine	36/(27)	14/(11)	22/(16)	
gering	45/(34)	25/(19)	20/(15)	
mittel	39/(29)	19/(14)	20/(15)	
ausgeprägt	12/(9)	5/(4)	7/(5)	
Mobilität (Intensität) <sup>2</sup>				ns
keine	2/(1)	1/(1)	1/(1)	
gering	49/(33)	31/(21)	18/(12)	
mittel	47/(32)	19/(13)	28/(19)	
ausgeprägt	50/(34)	21/(14)	29/(20)	
Mobilität (Art) <sup>3</sup>				-.305**
im Haus	17/(11)	15/(10)	2/(1)	
...und Garten	14/(9)	8/(5)	6/(4)	
...und ausser Haus	101/(68)	46/(31)	55/(37)	
...und Sport	17/(11)	4/(3)	13/(8)	
Barthel-Index [Pkt.] <sup>3a</sup>	100,00 (15,00-100,00)	95,00 (15,00-100,00)	100,00 (15,00-100,00)	-.454**
Aufenthalt im Freien <sup>4</sup>				-.331**
selten	4/(3)	3/(2)	1/(1)	
1-3 x/Woche	24/(19)	17/(14)	7/(5)	
4-6x/Woche	29/(22)	13/(10)	16/(12)	
täglich	72/(56)	28/(22)	44/(34)	
Timed up and Go-Atest <sup>1</sup>				
nicht möglich	5/(4)	4/(3)	1/(1)	ns
mit Gehhilfe	22/(17)	19/(15)	3/(2)	.344**
erhöhte Sturzgefahr	33/(25)	29/(22)	4/(3)	.462**
Dauer [sec.]	11,00 (6,00-30,00)	15,00 (6,00-30,00)	10,00 (6,00-25,00)	.474**

<sup>a</sup> N=x/(%)<sup>1</sup> N=132 <sup>2</sup> N=148 <sup>3</sup> N=149 <sup>4</sup> N=129<sup>\*\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-<sup>3a</sup> Median (Min.-Max.)<sup>3</sup> MNA <sup>4</sup> -TA

Rho (ns=nicht signifikant, r&lt;0,2), p&lt;0,05

Risikoteilnehmer waren tendenziell weniger rüstig als Senioren ohne Risiko. Dies wurde sowohl in der Art ihrer Mobilität, wie auch anhand des Barthel-Scores deutlich. Je älter die erfassten Senioren waren, desto seltener hielten sie sich im Garten auf, gingen ausser Haus oder betrieben sportliche Aktivitäten ( $r_s = -.340$ ), wobei Männer mobiler waren ( $r_s = -.292$ ). Mit zunehmendem Alter fiel der Barthel-Index überwiegend beim weiblichem Geschlecht ( $r_s = -.259$ ) geringer aus. Untermuert

wurden niedrige Barthel-Ergebnisse im Timed up and Go-Test. Mangelernährte Patienten waren langsamer als normal Ernährte, benötigten öfter eine Gehhilfe und wiesen eine höhere Sturzgefahr auf). Je älter, umso weniger häufig war der TUG möglich ( $r_s = -.234$ ), desto öfter war eine Gehhilfe dabei nötig ( $r_s = -.381$ ). Die Sturzgefahr erhöhte sich ( $r_s = .266$ ) und der Test dauerte länger ( $r_s = .308$ ). Die grafische Auswertung zeigt die signifikanten Zusammenhänge mit dem Mangelernährungsrisiko auf (Abb. 4.43-47)

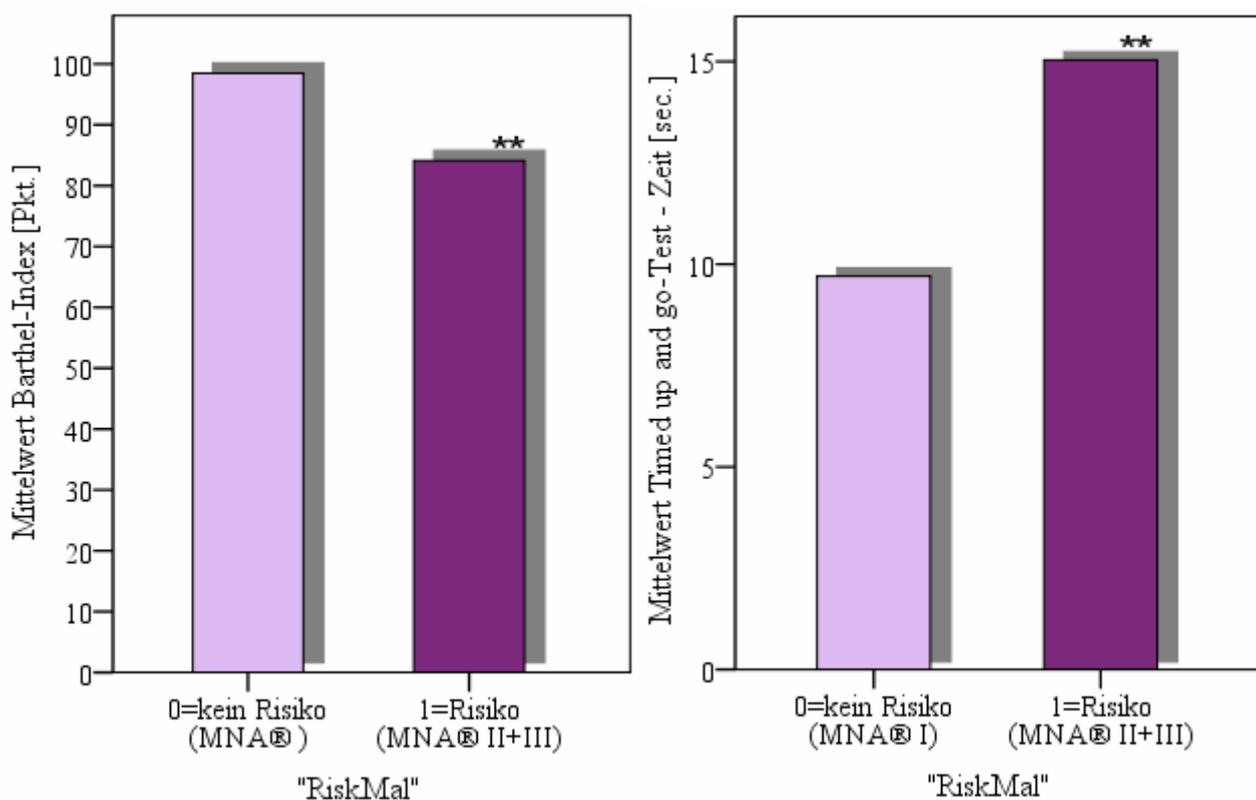


Abb. 4.43-44: Unterschiede beim Barthel-Index und Timed up and Go-Test – Risikoteilnehmer und normal Ernährte im Vergleich - Balkendiagramm(e) (gestapelt)

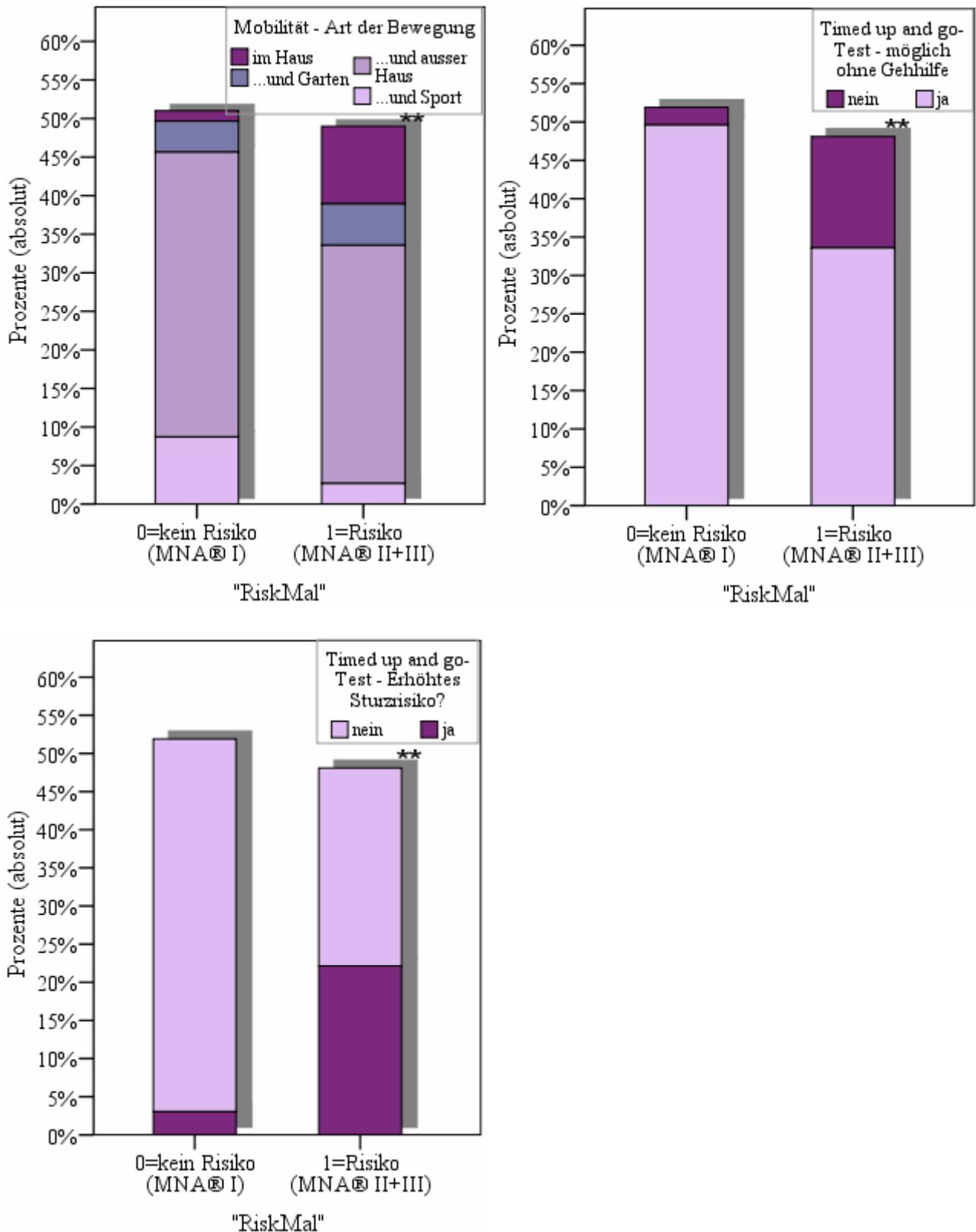


Abb. 4.45-47: Unterschiede im Timed-up-and-Go-Test, sowie in der Mobilität – Risikoteilnehmer und normal Ernährte im Vergleich- Balkendiagramm(e) (gestapelt)

Die Variablen wurden zum Einsatz in *geroMAT* auf ihre Beziehungen getestet (Tab. 4.33):

Tab. 4.33: Statistische Zusammenhänge der ADL's-„Activities of Daily Living“ untereinander

	Mobilität	Barthel-Index	Aufenthalt im Freien	TUG mit/ohne Gehhilfe	TUG Sturzrisiko	TUG Dauer
Mobilität <sup>x</sup>	–	.420 <sup>1</sup>	.404	.387	–.447	–.321
Barthel- Index		–	.323	.568	–.566	–.621
Aufenthalt im Freien <sup>xx</sup>			–	.402	–.430	–.386
TUG <sup>xxx</sup> mit/ohne Gehhilfe				–	–.492	–.400
TUG erhöhtes Sturzrisiko					–	.566
TUG Dauer						–

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns= nicht signifikant,  $r_{90} < 0,2$ ),  $p < 0,05$

<sup>x</sup> Art (im Haus, ... und Garten, ... und ausser Haus, ... und Sport)

<sup>xx</sup> selten, 1-3x/Woche, 4-6x/Woche, täglich

<sup>xxx</sup> Timed up and Go- Test

Alle Parameter hingen gut bis stark voneinander ab und wurden deshalb in die weiterführenden *geroMAT*-Analysen eingeschlossen. Der Barthel-Index wurde aufgrund seines zeitlichen Aufwands als „Zusatz-Features“ bewertet.

## Ergebnisse - TIII

### Kognition und Psyche

Als Indikatoren beeinträchtigter geistiger Fähigkeiten und depressiven Verstimmungen wurden standardisierte Test wie die „Mini Mental State Examination“ oder die Depressionsskala erhoben und ausgewertet. Ergänzende Befragungen sind in Tab. 4.34 aufgelistet:

Tab. 4.34: Deskription kognitiver und psychischer Marker innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Nicht-nutritive Faktoren II <sup>1</sup>	<i>RiskMal</i>			<i>p</i> <sup>**</sup>
	gesamt <sup>1</sup> (0-30 [Pkt.])	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<u>Kognition und Psyche</u>				
MMSE <sup>1</sup> [Pkt.] <sup>x</sup>	26,00 (5,00-30,00)	25,00 (5,00-30,00)	26,00 (14,00-30,00)	ns
BDI <sup>2</sup> [Pkt.]	6,00 (0,00-30,00)	6,00 (0,00-30,00)	6,00 (0,00-30,00)	ns
Depression(en) <sup>xx</sup>				.213*
keine	51/(34)	21/(14)	30/(20)	
gering	42/(28)	17/(11,3)	25/(16,7)	
mittel	43/(29)	22/(15)	21/(14)	
ausgeprägt	14/(10)	13/(9)	1/(1)	
Psychische Belastung (Intensität)				ns
keine	88/(59)	40/(27)	48/(32)	
gering	26/(18)	10/(7)	16/(11)	
mittel	22/(15)	12/(8)	10/(7)	
ausgeprägt	14/(9)	11/(7)	3/(2)	
Psychische Belastung (Art)				ns
familiär	26/(18)	13/(9)	13/(9)	
beruflich	3/(2)	1/(1)	2/(1)	
krankheitsbedingt	19/(13)	13/(9)	6/(4)	
finanziell	1/(1)	0/(0)	1/(1)	
Kombination(en)	14/(10)	7/(5)	7/(5)	

<sup>x</sup> Median (Min.-Max.)

<sup>1</sup> MNA<sup>®</sup>-TA

<sup>xx</sup> N=x/(%)

<sup>\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant r<0,2, p<0,05)

<sup>1</sup> Mini Mental State Examination

<sup>2</sup> Buschke Depression Scale

Einzig das Vorhandensein von Depressionen korrelierte mit dem getesteten Zielkriterium (Abb. 4.48, folgende Seite) und wurde für *geroMAT* eingesetzt. Weitere Tests entfielen.

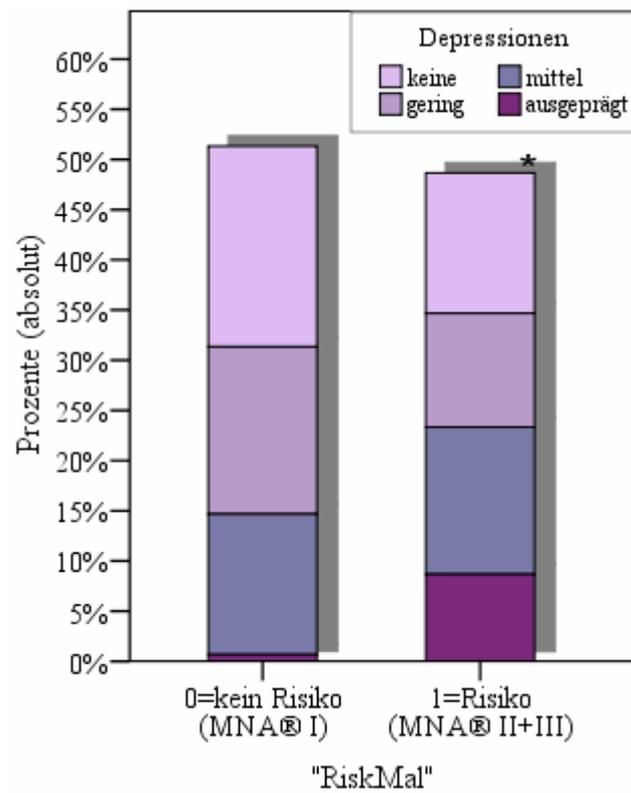


Abb. 4.48: Darstellung der Beziehung von Depressionsvorkommen und dem Zielkriterium „RiskMal“ - Balkendiagramm (gestapelt)

Sozioökonomie und Komorbiditäten

Die Lebensumstände der Senioren und eventuell vorhandene Morbiditäten wurden beleuchtet (Tab. 4.35):

Tab. 4.35: Deskription der Sozioökonomie und Komorbiditäten innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Nicht-nutritive Faktoren III	<i>RiskMal</i>			<i>p</i> **
	gesamt (0-30 Pkt.)	(1=) Risiko (< 23,5 [Pkt.])	(0=) kein Risiko (≥ 23,5 [Pkt.])	
<u>Sozioökonomie</u>				
Lebenssituation <sup>x</sup>				ns
alleine lebend	811/(8)	3/(2)	8/(6)	.209*
mit Partner	73/(55)	28/(21)	45/(34)	
mit Familie	17/(13)	9/(7)	8/(6)	
alleine, aber Haushaltshilfe	3/(2)	3/(2)	0/(0)	
Tagespflege	5/(3)	3/(2)	2/(1)	
Seniorenheim	10/(8)	9/(7)	1/(1)	.242*
Pflegeheim	9/(7)	8/(6)	1/(1)	.223*
Soziale Isolation	30/(23)	19/(15)	11/(8)	ns
<u>Komorbiditäten</u>				
Diabetes mellitus Typ II	26/(20)	16/(12)	10/(8)	ns
Hypercholesterinämie	51/(39)	19/(15)	32/(24)	ns
arterielle Hypertonie	73/(55)	39/(29)	34/(26)	ns
Koronare Herzkrankung	12/(9)	9/(7)	3/(2)	ns
Z. n. Karzinom	7/(5)	7/(5)	0/(0)	.248*
Chronische Schmerzen (Stärke)				ns
keine	47/(36)	19/(15)	28/(21)	
gering	28/(21)	13/(10)	15/(11)	
mittel	45/(34)	23/(17)	22/(17)	
ausgeprägt	12/(9)	8/(6)	4/(3)	
Wundheilung				.283*
normal	87/(66)	34/(26)	53/(40)	
gering verlangsamt	17/(13)	7/(5)	10/(8)	
mittel verlangsamt	10/(8)	7/(5)	3/(2)	
stark verlangsamt	18/(14)	15/(12)	3/(2)	
Multimedikation	90/(68)	50/(38)	40/(30)	.236*

<sup>x</sup> N=x/(%)<sup>\*</sup> MNA<sup>®</sup>-TA<sup>\*\*</sup> Rangkorrelationskoeffizient *r* nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant  $r < 0,2$ ),  $p < 0,05$ 

Studienteilnehmer, die mit Partner lebten hatten ein geringeres Risiko, eine Mangelernährung auszubilden. Jene, die in einem Senioren- oder Pflegeheim untergebracht waren, dagegen ein höheres. Je jünger ein Proband war, desto häufiger lebte er mit einem Partner ( $r_s = -.293$ ), wobei Männer eher (noch) eine Partnerin hatten ( $r_s = -.283$ ). Mit steigendem Alter stieg das Risiko in einer Tagespflege ( $r_s = .281$ ), einem Senioren- ( $r_s = .227$ ) oder Pflegeheim ( $r_s = .209$ ) untergebracht zu sein. In der unter-

suchten Stichprobe lebten ausschliesslich Frauen im Seniorenheim ( $r_s=.265$ ). Auffällig war das erhöhte Risiko für eine Mangelernährung nach überstandenen Krebsleiden. Auch eine verlangsamte Wundheilung erhöhte das Risiko schwach. Zuletzt war die Medikation für eine schlechtere Prognose ausschlaggebend. Multimedikationen, d.h. über drei Medikamente pro Tag, steigerten das Risiko (Abb. 4.49-51):

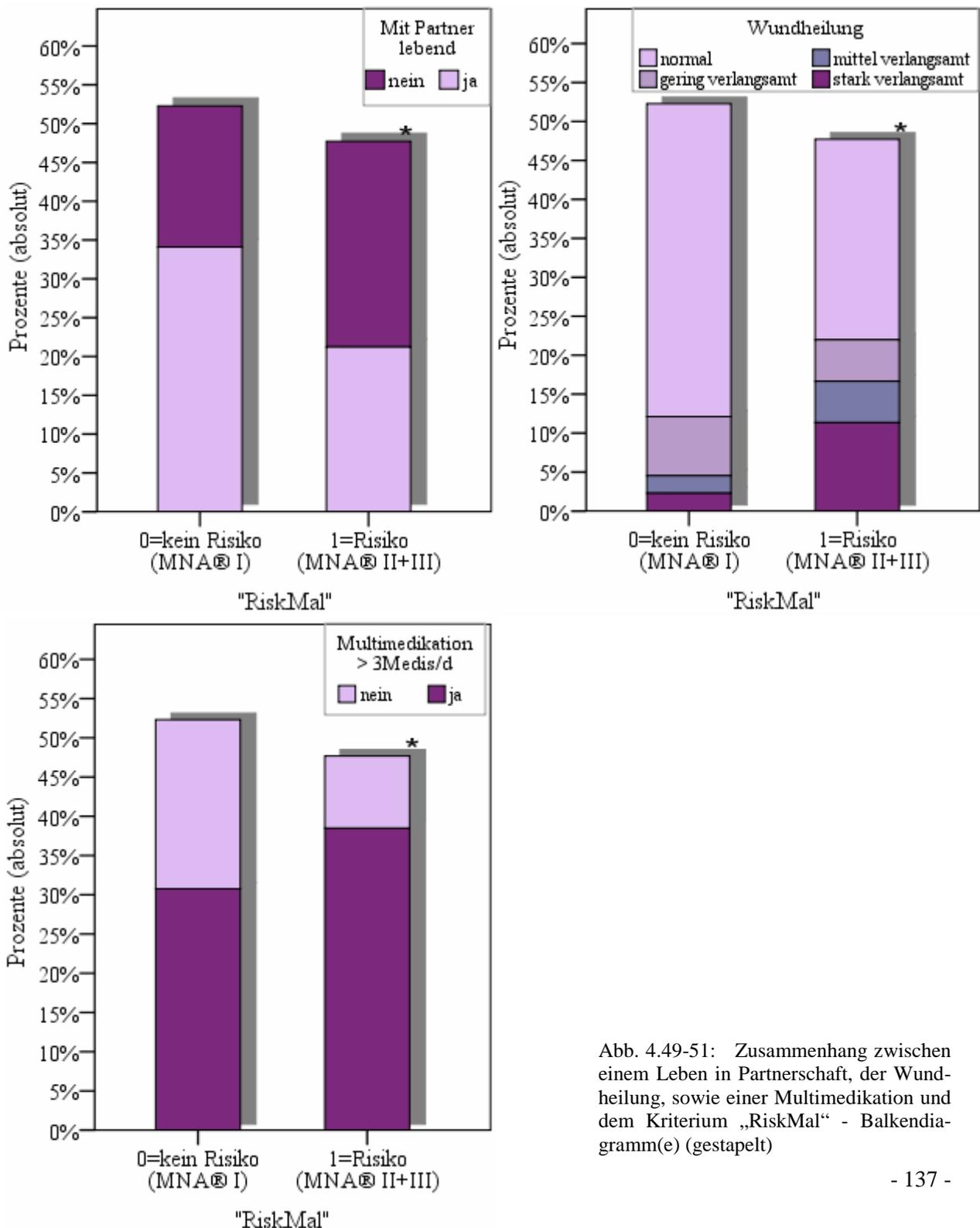


Abb. 4.49-51: Zusammenhang zwischen einem Leben in Partnerschaft, der Wundheilung, sowie einer Multimedikation und dem Kriterium „RiskMal“ - Balkendiagramm(e) (gestapelt)

Die signifikanten Parameter wurden gegeneinander getestet (Tab. 4.36):

Tab. 4.36: Statistische Zusammenhänge der Sozioökonomie und Komorbiditäten untereinander

	mit Partner	im Seniorenheim	im Pflegeheim	Wundheilung	Multimedikation
Lebenssituation_mit Partner	-	-.318 <sup>1</sup>	-.301	-.282	ns
Lebenssituation_im Seniorenheim		-		.425	ns
Lebenssituation_im Pflegeheim			-	ns	ns
Wundheilung <sup>x</sup>				-	.222
Multimedikation <sup>xx</sup>					-

<sup>1</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (ns=nicht signifikant,  $r_s < 0,2$ ),  $p < 0,05$

<sup>x</sup> normal, gering verlangsamt, mittel verlangsamt, stark verlangsamt

<sup>xx</sup> über 3 Medikamente (ja/nein)

Im Seniorenheim heilten Wunden deutlich schlechter, die Einnahme vieler Medikamente hatte einen ähnlichen, jedoch schwächeren Effekt. Die Variablen wurden in die *geroMAT*-Analyse aufgenommen. Eine vorangegangene Krebserkrankung könnte als „Zusatz- Feature“ erfaßt werden.

**Fazit:**

Für die anschließende *geroMAT*-Entwicklung waren folgende Parameter geeignet: Art der Mobilität, Aufenthalt im Freien, Depressionen, Lebenssituation, Multimedikation, Timed up and Go-Test, die Wundheilung und ein die Erfassung einer überstandenen Tumorerkrankung. Als „Zusatz-Feature“ wurde der Barthel-Index eingeschloßen.

#### 4.3.4 Diskussion und Zusammenfassung

Hauptintention in **TIII** war die Erfassung von Faktoren, welche die Ernährungsgewohnheiten sowohl direkt als auch indirekt widerspiegeln. Dies wurde durch die Lebensmittelgruppenanalyse (*HKF/M.G8*), die Befragung der Senioren nach ihren Ernährungs- und Lebensumständen und die Ermittlung verschiedenster Marker der Mobilität, Funktionalität und Kognition erreicht. Fehlermöglichkeiten dieser Methoden wurden, wenn hier nicht geschehen, in Kap. 5 diskutiert.

##### Ernährungsmusteranalyse (*HKF/M.G8*)

Die Risikoprävalenz einer Malnutrition ließ sich anhand der Ernährungserhebung mit dem *HKF/M.G8* gut vorhersagen. Deshalb wurde der Fragebogen in die *geroMAT*-Analysen aufgenommen.

Zunächst war die Frage nach der Ernährungssituation innerhalb der Gesamtstichprobe zu klären. Der ermittelte Score des *HKF/M.G8* wies einen guten Zusammenhang zum Zielkriterium „RiskMal“ ( $p < 0,01$ ), sowie zur Ursprungsvariable  $MNA^{\circledast}$  ( $p < 0,01$ ) auf. Risikopatienten wurden signifikant niedriger bepunktet ( $MW$ : 113,0 vs. 124,0 [Pkt.]). Die hohe Validität und Reliabilität des *HKF* in der Vorhersage einer Mangelernährung ( $MNA^{\circledast}$ ) innerhalb eines relativ „jungen“, unabhängigen Kollektivs, wurde schon in den geriatrisch adaptierten Vorgängermodellen ermittelt (*HKF/M.G5*,  $r = .753$  / *HKF/M.G6*,  $r = .757$  / *HKF/M.G7*,  $r = .743$ )<sup>[121],[122]</sup>. In dieser Studie lag die Zuverlässigkeit etwas niedriger, was durch den Einfluß hospitalisierter und institutionalisierter Senioren zu erklären wäre. Die Stichprobe repräsentierte verschiedene Lebensformen im Alter und war damit nicht ganz so homogen verteilt wie jene der Entwicklungsstudien<sup>[121],[187]</sup>. Die Trennschärfe im Bezug auf die Vorhersage eines Ernährungsrisikos lag bei  $auROC_{HKF} = .731$  (KI [.626 ; .799]).

Der *HKF* erwies sich in seiner für das Senium adaptierten Form (*HKF/M.G8*) als Instrument der Ernährungsanalyse für *geroMAT* geeignet. Dies bestätigte sich zunächst in der Betrachtung der Deskription des Endscores und der Schwellenwerte. Bei der Erhebung ernährungsepidemiologischer Musterscores werden grundsätzlich *explorative*, auf Studiendaten basierende, und *hypothesenorientierte*, nach ernährungsphysiologischer Evidenz formulierte, Ansätze unterschieden<sup>[3]</sup>. Die Anwendung des *HKF/M.G8* entsprach einem hypothesenorientierten Ansatz (*priori-Ansatz*). Die Endsumme wurde als abgestufter Score in Anlehnung an die Klassifikationen des  $MNA^{\circledast}$  (I, II, III) generiert. Die Schwellenwerte (Cut-offs) wurden aus den Koordinatenpunkten der *ROC*-Analyse abgelesen ( $< 89,5$  /  $89,5-134,0$  /  $> 134,0$  [Pkt.]). Den Auswertungen zur Folge bildeten sie „RiskMal“ gut ab ( $p < 0,05$ ). Der maximal erreichbare Wert von 156 [Pkt.] spiegelte eine gesunde Ernährungsweise für Senioren nach Richtlinien und Empfehlungen der Fachgesellschaften (DGG, DGGG, DGEM, DGE) wieder.

Auch andere Beobachtungsstudien erörterten einen möglichen Zusammenhang zwischen einer Unterernährung (gemessen am BMI) und unterschiedlichen Ernährungsgewohnheiten<sup>[88]</sup>. Der Endscores

lag in der Stichprobe mit 119,0 [Pkt.] innerhalb des mittleren Schwellenbereichs (89,5-134,0 [Pkt.]). Die Teilnehmer waren demnach durchschnittlich gut ernährt, was bei einem überwiegend unabhängig lebenden Kollektiv zu erwarten war. Frauen hatten niedrigere Scores als Männer ( $p < 0,05$ ). Das generelle, geschlechtsbedingte Unterschiede in der Lebensmittelaufnahme<sup>[141]</sup>, selbst bei gleichem Nahrungsangebot existieren, konnten auch MILLEN BE ET AL. (2005)<sup>[89]</sup> mit Daten aus der Framingham Offspring Ehepartner-Studie bestätigen. Der Trend ging zu zunehmend schlechterem Ernährungsverhalten pro steigender Altersdekade ( $r < 0,2$ ). In der sog. dritten (60-75y) und vierten (>80y) Lebensphase ändern sich Ernährungsmotivation- und Verhalten, die jedoch selten Bestandteil wissenschaftlicher Untersuchungen sind. Senioren dieser Studie, die sich nach ernährungsphysiologischen Erkenntnissen „gesund“ ernährten, d.h. viel Obst und Gemüse aßen, nahmen auch häufig Vollkorn- oder Milchprodukte zu sich. Dagegen liebten „Fleischesser“ verarbeitete Kartoffelprodukte als Beilage. Solche Präferenzen repräsentierten Vorlieben und so in gewisser Weise auch „Ernährungsmuster“. Ähnliche Tendenzen zeigten MILLER BE ET AL. (2001)<sup>[117]</sup> formulierten daraus fünf unterschiedliche Ernährungscharaktere. Dabei zeigte sich in der Feinstoffanalyse, dass Teilnehmer durch ihren hohen Obst/Gemüse-, Getreide-, Milch- und (mageren) Fleischverzehr, Lebensmittel hoher Nährstoffdichte aufnahmen. Ihr Risiko eine Mangelernährung zu entwickeln war gering. Auch in vorliegender Studie waren Senioren solchen Ernährungsverhaltens dem normalernährten und weniger oft dem Risikokollektiv zugeordnet worden.

Der *HKF* spiegelte die Summe abgefragter, für dieses Kollektiv charakteristischer Lebensmittel- (und somit Nährstoff-) Kombinationen wieder. Bestimmte Nährstoffe werden tendenziell mit altersbedingten Erkrankungen assoziiert (Fleisch/Anämien, B-Vitamine/Kognition, Carotinoide/AMD etc.). Der *HKF*-Score lieferte dazu allerdings keine zusätzliche Information, sondern könnte Nährstoffmängel durch die bloße Angabe eines einzelnen Zahlenscores sogar maskiert haben. Ein metrischer Wert lässt keine Aussage über die Menge und Art der aufgenommenen Lebensmittel zu. Aus der Häufigkeit der Aufnahme einzelner Lebensmittelgruppen könnte deshalb in weiteren Untersuchungen zum *HKF* ein Nährstoffprofil abgeleitet werden, was allerdings nicht Aufgabenstellung dieser Erhebung war. So stünde beispielsweise die Zufuhr an Milch und Milchprodukten für die Kalziumaufnahme der Teilnehmer. Senioren der Studie bevorzugten diese Produkte wegen ihres leicht süßlichen Geschmacks und ihrer Konsistenz (v.a. bei Dysphagie-, Kauproblematik(en)). Dieser Trend zeichnete sich auch in der SENECA- Population und der Nationalen Verzehrsstudie ab. Auch LESSER S ET AL. (2008)<sup>[124]</sup> beobachteten diese Vorliebe an ihrer geriatrischen Population ( $\geq 65$  y,  $N=1.372$ ). Der *HKF/M.G8* war zudem gegenüber dem *MNA*<sup>®</sup> im Vorteil, weil Fisch und Fleisch getrennt voneinander abgefragt wurden und so die Jod, Eisen, Thiamin und Cobalaminzufuhr nachvollzogen werden könnte. Vollkornprodukte getrennt von Weißmehl- und Mischbrot zu betrachten, würde einen Hinweis auf die mögliche Ballaststoffversorgung geben.

Im MNA<sup>®</sup> wurde die Portionsgröße nicht als einzelnes Item abgefragt, wohl aber im *HKF*. Dies war ein Vorteil, da die Portionsgröße in dieser Studie gut mit dem Mangelernährungsrisiko und den mit einem hohen Risiko assoziierten Variablen „Appetitverlust“ und „Funktionalitätseinbußen“ korrelierte. Auch könnten Über- oder Unterschätzungen verzehrter Mahlzeitengrößen so besser identifiziert werden. Weiterhin positiv war die differenziertere Beurteilung der Flüssigkeitszufuhr. Nur im *HKF*, nicht aber im MNA<sup>®</sup>, wurden alkoholische und nicht-alkoholische Getränke getrennt voneinander betrachtet. Zuletzt wurde der Medikamentenkonsum im *HKF* detaillierter, d.h. abgestufter abgefragt als im MNA<sup>®</sup>. Multimedikationen erwiesen sich in dieser Untersuchung als Indikator einer möglichen Malnutrition ( $p < 0,05$ ).

Generell war eine differenziertere Angabe über die *Verzehrhäufigkeit* einzelner Lebensmittelgruppen möglich, als bei den zusammengefassten Erhebungen (Fragen) des MNA<sup>®</sup>. Der angewandte Kurzfragebogen beinhaltete 22 Fragen zu unterschiedlichen Lebensmittelgruppen und kollektivadaptierten Modifikationen (BMI, Portionsgröße, Medikation). Studien zu Ernährungsmustern schwanken in ihrer Detailliertheit an Lebensmittelgruppen und deren Anzahl zwischen 15 (85, 248) und 95 (79) Fragen, die zur Analyse jedoch meist auf 20-40% ihrer Ursprungszahl reduziert/zusammengefasst wurden<sup>[115]</sup>. Ähnliche Einteilungen ihrer Gruppen-/Subgruppen wie in dieser Studie geschehen, nahmen auch VAN STAVEREN WA ET AL.<sup>[125]</sup> vor, jedoch basierend auf dem „Mediterran Diet Score“. Die Mustervariable „HKF/M.G8“ korrelierte hoch mit den jeweiligen Einzelfragen des Kurzfragebogens. Trotzdem war es denkbar, dass ein hoher Gesamtscore aus der „idealen“ Aufnahme einer einzelnen, hoch bewerteten Lebensmittelgruppe her resultierte. Diese könnte einen anderen, durch marginale Zufuhr entstandenen, niedriger bewerteten Einzelscore im Gesamtergebnis „neutralisiert“ und im Gesamtergebnis maskiert haben. Deshalb mussten auch Verzerrungen und eventuelle Fehldeutungen des Endscores in Betracht gezogen werden. Derartige Interpretationsprobleme mit der Angabe eines metrischen Zahlenscores hatten auch HU FB ET AL. (2002)<sup>[90]</sup>, MICHELS KB ET AL. (2005)<sup>[91]</sup> und SCHULZE MB ET AL. (2006)<sup>[92]</sup>. Studien zeigen, dass sich weniger einzelne Lebensmittel- oder Nährstoffe, sondern vielmehr die Gesamtheit der Ernährungsgewohnheiten, also das „Ernährungsmuster“ auf eine Population und deren Morbiditäten auswirkt. Aus diesem Grund wäre es sinnvoll, diätetische *Qualitätsscores* zu entwickeln. Als ein Lösungsansatz wurde z.B. die zusätzliche Betrachtung der Kombination eines Musterscores mit Variablen der Anamnese, Anthropometrie oder Labordiagnostik postuliert (JACOBS DR ET AL., 2003)<sup>[93]</sup>. Für die Bewertung des Fehl- und Unterernährungsrisikos kämen dabei die Faktoren- oder Clusteranalyse in Frage. Hierfür lägen schon exemplarische Daten vor<sup>[12]</sup>. Basierend auf diesen Erkenntnissen könnte der *HKF* in Zukunft weiter modifiziert werden und so das „Ernährungsmuster“ noch differenzierter charakterisiert und bewertet werden.

Kritisch zu bewerten waren auftretende methodische und konzeptionelle Limitierungen bei der Erhebung der Musterdeterminanten. Zum einen mußten dabei grundsätzlich kollektivassoziierte Angaben berücksichtigt werden. Diesem Umstand wurde Sorge getragen, indem zumindest BMI, Portionsgröße und Alter in die *HKF*-Modifikationen eingingen. Weitere, die Lebensmittelaufnahme betreffende Confounder (reduzierter Appetit, Dysphagien o.ä.) wurden allerdings nicht berücksichtigt. Zum anderen stellt sich bei Ernährungserhebungen die Frage nach einem möglichen „Under-“ oder „Over-“Reporting. Senioren, die stark auf gesundheitliche Vorsorge bedacht waren, vor allem aber die Frauen im Kollektiv, berichteten erstaunlich oft über fast „ideale“ Nahrungszusammensetzungen, v.a. im Bezug auf den Obst-, Vollkorn- und Gemüseverzehr. Hier war also eher von einem „Over-reporting“ auszugehen. Andere gaben hauptsächlich beim Fleisch- und Kuchenverzehr sehr geringe Mengen an, die bei genauerem Nachfragen nach der „Art“ der verzehrten Lebensmittel (z.B. wurde Geflügel nicht zu Fleisch gezählt, sondern als eigene Kategorie angesehen), doch deutlich höher ausfielen. Übergewichtige machten vereinzelt auffällig niedrige Angaben über die im Gesamten aufgenommene Lebensmittelmenge. „Underreporting“ innerhalb dieser Population ist ein durchaus bekanntes Phänomen. Daraus ergab sich insgesamt der Schluß, dass die erhaltenen Angaben oftmals von (momentanen) inneren Einstellung(en) als durch tatsächliches Ernährungsverhalten getragen wurden.

Zwar wurde die Zuordnung der Lebensmittel zu den einzelnen Gruppen vor Studienbeginn klar definiert, im Einzelfall oder bei ungenauen Aussagen der Probanden war die Einteilung erschwert. So z.B. bei häufigem Verzehr von Fertiggerichten oder Speisen, die verschiedene Lebensmittelgruppen enthielten (Pichelsteiner-Eintopf, Wokgerichte, ungenaue Angaben sog. „Resteverwertung“ des Vortages). Deshalb konnte von einer rein subjektiven Lebensmittelzuordnung ausgegangen werden.

**Fazit:** Der *HKF/M.G8* bildete sowohl die ursprüngliche(n) Klassifikation(en) des MNA<sup>®</sup> als auch das neue dichotome Risikokriterium „RiskMal“ gut ab und besaß dabei eine hohe Trennschärfe. Der Score war im Kontext mit den Vorgängerstudien für die überwiegend unabhängig lebende Population entsprechend nachvollziehbar verteilt. Stärken des *HKF* (verglichen mit dem MNA<sup>®</sup>) lagen vor allem in seiner detaillierten Lebensmittelunterteilung(en) und seiner dem Senium angepassten Modifikation(en). Dennoch sollte der *HKF/M.G8* an weiteren Stichproben durchgeführt werden, um kollektivspezifisch auf seine Validität hin getestet und weiterentwickelt zu werden. Dazu müssten Untersuchungen zu Lebensmittelmustern und daraus resultierenden Nährstoffanalysen im Hinblick auf das Senium (Multimorbidität, Funktionsverlust etc.) durchgeführt werden (*bottom-up* Prozeduren).

### Nahrungsaufnahme und Eßbiografie

Anamnestische Angaben dieses Studienteils konnten in großer Zahl (N=10) in die *geroMAT*-Entwicklung aufgenommen werden. Zwar handelte es sich dabei nicht um messbare Größen, der klare Vorteil dieser Parameter lag aber in ihrer einfachen Erhebung. Die Variablen „Appetit“, „Portionsgröße“, „Geschmacksempfinden“, „Gastritis“, „Dysphagie“, „Nahrungszubereitung (Selbständigkeit)“, „Nahrungsaufnahme (Unabhängigkeit)“, „Flüssigkeitszufuhr“ und „Ernährungsform“ wurden als Features selektiert. Ergänzend könnten „Besteckproblematik“ und „Vorschneiden nötig“ genutzt werden. Die subjektive Korrektur (z. B. mit Schieberegler zur Feinjustierung) durch den Untersucher sollte optional ermöglicht werden.

Appetitlosigkeit hat im Alter oft „Signalcharakter“ im Circulus vitiosus der Mangelernährung. Der Appetit war in dieser Untersuchung bei Risikopatienten deutlich reduziert ( $p < 0,01$ ) und sank mit zunehmendem Alter ( $p < 0,01$ ). Frauen waren häufiger betroffen ( $p < 0,05$ ). MOWE M ET AL. (2002)<sup>[108]</sup> registrierten einen signifikant erniedrigten BMI bei Appetitmangel. Physiologisch betrachtet könnte dies durch die negative Dysregulation appetitstimulierender Neurotransmitter, insbesondere der Wechselwirkung zwischen Leptin und Zytokinen, erklärt werden. Hormonelle Veränderungen im Alter können durch Fehlregulationen im Appetitzentrum (Hypothalamus) zur Reduktion appetitsteigernden Leptins-/Ghrelins oder erhöhten Cholezystokinin (Sättigung)-Spiegeln führen<sup>[100],[114]</sup>. Die dadurch eingeschränkte Magendilatation und verzögerte Entleerung führen zu frühem Sättigungsgefühl bei zeitgleich reduziertem Verlangen nach Nahrung<sup>[55]</sup>. Weiter könnte eine Hypozinkämie für den Appetitverlust ursächlich gewesen sein. 36% der Teilnehmer wiesen Serumkonzentrationen unterhalb der Referenz auf. Zink als Kofaktor enzymatischer, immunologischer und antioxidativer Prozesse könnte bei zu geringer Aufnahme oder erhöhten renalen/fäkalen Verlusten, ähnlich wie die Neurotransmitter, zu Dysregulationen im Appetitzentrum geführt haben. So beschrieben SHAY NF ET AL. (2000)<sup>[105]</sup> einen Zinkmangel im Tiermodell als anorexiebegünstigenden Faktor. Psychosoziale Faktoren des Seniums wie Isolation, Depression und Resignation mußten auch für die reduzierte Nahrungsaufnahme in Betracht gezogen werden. Risikopatienten nahmen häufig geringere Portionsgrößen zu sich ( $p < 0,05$ ). Parallel zur Appetitreduktion sank die verzehrte Mahlzeitengröße mit dem Alter ( $p < 0,01$ ). Alle Senioren die weniger als 50% der angebotenen Portion verzehrten, waren Risikopatienten und weiblichen Geschlechts. Senioren der Risikogruppe nahmen tendenziell weniger häufig eine Hauptmahlzeit zu sich ( $r < 0,2$ ).

Die Reizschwelle der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung steigt mit dem Alter<sup>[101]</sup>. Der Geschmackssinn war im Kollektiv bei Mangelernährungsrisiko stärker beeinträchtigt ( $p < 0,01$ ), ähnlich der Geruchssinn ( $p < 0,05$ ). Ursachen der Hyp- oder Anosmie könnten Infektionen der oberen Atemwege, Sturztraumata mit Kopfbeteiligung, Riechepithelschädigungen oder sekundäre Erscheinungen

bei Multimedikation oder Depression gewesen sein. Da Geruchs- und Geschmackssinn eng miteinander verbunden sind und hoch korrelierten ( $p < 0,01$ ), wurde der Geschmackssinn als Repräsentative beider Variablen ausgewählt.

Ein weiterer für die *geroMAT*-Analysen selektierter Parameter war die Flüssigkeitszufuhr, die bei einer erhöhten Prävalenz reduziert war. Je weniger getrunken wurde, desto höher lag dabei das Risiko ( $p < 0,01$ ). Neuesten Erkenntnissen zur Folge überschätzen Senioren, bzw. deren Gehirn, die tatsächlich aufgenommene tägliche Trinkmenge<sup>[102]</sup>. Ursächlich dafür sind alternde Neuronen in Mund, Rachen und Magen, sowie die beeinträchtigte Verarbeitung deren Informationen im Gehirn. Zu geringe Trinkmengen fördern oder verursachen die verschiedensten Symptomaten des Seniums, wie Tachykardie, trockene Haut (Exsikkose), Kau- und Schluckprobleme (zäher Speichel), Schwindel und Verwirrtheit. In dieser Untersuchung waren zahlreiche Probanden von diesen Problemen betroffen. Erstaunlich war die Beobachtung, dass Teilnehmer, die im Rahmen der Studie Kognitionstests (z.B. die „MMSE“) durchführten, nach dem Genuß des angebotenen Mineralwassers mental „aufklarten“ und deutlich reger an der Untersuchung teilnahmen. Aus diesem Grund bot die Autorin den Senioren im Verlauf der Studie routinemäßig Trinkwasser an. Der Zusammenhang zwischen Flüssigkeitszufuhr und Mangelernährung war mit dem fortgeschrittenen Alter, aber auch durch quantitativ geringere Aufnahme zu erklären. Eine reduzierte Aufnahme von Nahrung geht zumeist mit einer eingeschränkten Zufuhr an Getränken einher. Meistens ist Trinken gekoppelt an die Essenszeiten, unregelmäßiges Essen und geringerer Appetit bedingen so eine seltenere Flüssigkeitszufuhr. Wird das Trinkverhalten von Senioren nicht von Angehörigen oder Pflegepersonal beobachtet (sog. „Trinkprotokoll“), kann sich Fehlverhalten einschleichen. Bei dem hier untersuchten Kollektiv handelte es sich um ein hauptsächlich unabhängig Lebendes, weswegen keine Exsikkosen oder gravierenden Störungen, bedingt durch unzureichende Getränkeaufnahme, festgestellt wurden.

Tendenziell waren Risikopatienten stärker von Problemen mit der Nahrungsaufnahme betroffen. In dieser Studie zeigten vor allem Störungen des Schluckreflexes ( $p < 0,01$ ), aber auch inflammatorische Prozesse der Magenschleimhaut (Gastritis,  $p < 0,05$ ) einen Bezug zum erhöhten Mangelernährungsrisiko. Ein Apoplex, M. Parkinson oder muskulär- funktionelle Störungen im Alter werden für die Verlangsamung des Schluckvorganges verantwortlich gemacht. Muskelkoordinationsstörungen führen häufig dazu, dass Speisen und Getränke in die Luftröhre gelangen. Die Kompensation/Korrektur durch den Hustenreflex bleibt aus, woraus im schlimmsten Falle Aspirationspneumonien entstehen könnten<sup>[104]</sup>. Aus den Angaben der hier rekrutierten Stichprobe konnte vor allem die Angst vor dem Verschlucken, verbunden mit dem Panikgefühl des „Erstickens“ und der „Peinlichkeit“ gegenüber anderen, sich am Tisch befindlichen Personen, als Hauptgrund für die bewusst reduzierte Aufnahme von Nahrung und Flüssigkeit(en) verantwortlich gemacht werden. So resultierten aus einer Dysphagie quantitative Einschränkungen der Ernährung, was zwangsläufig mit der Entwicklung einer Mal-

nutrition einhergeht. Alle (7,3%) Senioren mit einer Dysphagie waren in die Risikogruppe eingeordnet worden. Damit war die Häufigkeit einer Dysphagie derer anderer Erhebungen ähnlich<sup>[108],[109],[110]</sup>.

Fast doppelt so viele Risikoprobanden (15,3%) wie Senioren ohne ein Mangelernährungsrisiko (8,7%) litten *eigenen Angaben zur Folge* unter einer Gastritis ( $p < 0,05$ ). Ursächlich könnte eine Infektion mit *Helicobacter pylori* sein, die bei über 52% der Erwachsenen, insbesondere bei Senioren, vorkommt<sup>[106]</sup>. Diese kann inflammatorische Prozesse der Magenschleimhaut auslösen, verbunden mit einem Anstieg positiver Akute-Phase-Proteine (z.B. CRP)<sup>[107]</sup>. Inflammationen können eine Anorexie begünstigen und zugleich den metabolischen Umsatz steigern. Eine weitere Folge der atrophischen Gastritis ist die reduzierte Produktion von Magensäure und dadurch verminderte Bioverfügbarkeit einzelner Nährstoffe (Cobalamin, Eisen, Kalzium). Zum Beispiel führt die verminderte Intrinsic Faktoren-Produktion zur unzureichenden Vitamin B<sub>12</sub>-Aufnahme. Diese Veränderungen verstärken/potenzieren andere Mangelernährungsursachen (wie inadäquate Nahrungszufuhr).

Weiterführende Auswertungen zeigten neben den organischen und muskulären Einschränkungen auch Probleme in der Funktionalität bzw. der praktischen Nahrungszubereitung- und Aufnahme. Demzufolge waren Risikoteilnehmer häufiger auf Hilfe beim Kochen oder der Nahrungszufuhr angewiesen. Dieser Umstand verstärkte sich mit zunehmendem Alter ( $p < 0,01$ ). Senioren, die ihre Speisen selber zubereiteten, hatten ein deutlich geringeres Risiko, mangelernährt zu sein ( $p < 0,01$ ), während vor allem Senioren- und Pflegeheimbewohner Hilfe benötigten und ein signifikantes Mangelernährungsrisiko aufwiesen ( $p < 0,01$ ). Männer der Stichprobe wurden zumeist von ihren Frauen bekocht ( $p < 0,01$ ) und waren häufiger normal ernährt, während Teilnehmer ohne die Hilfe eines Partners öfter mangelernährt waren ( $p < 0,05$ ).

Die Unabhängigkeit bei der Nahrungsaufnahme war bezeichnend für die Klassifikation in die Risikogruppe der Studie. Hilfestellung(en) benötigten ausschließlich Risikoteilnehmer (11,4%,  $p < 0,01$ ). Am stärksten mit der Zielvariable verbunden waren dabei Handhabungsprobleme des Bestecks ( $p < 0,01$ ) oder benötigte Hilfe bei der Zerkleinerung der Nahrung ( $p < 0,01$ ). Neben der schon diskutierten Dysphagieproblematik gaben Teilnehmer als Gründe für ihre Beschwerden vor allem Zittern ( $r_s < 0,2$ ) und ein weniger intaktes Gebiß bei Risiko an ( $r_s < 0,2$ ). Die Variable der unabhängigen Nahrungsaufnahme wurde als „Feature“, die differenzierenderen Items „Besteckproblematik“ und „Vorschneiden nötig“ nur als „Zusatz-Features“ in die *geroMAT*-Endanalysen aufgenommen.

Als ebenfalls diagnostisch wertvoll ergab sich die Erfassung der derzeitigen Ernährungsform mit ihrer Unterscheidung in normale und weiche Kost. Risikopatienten nahmen öfter weiche Kost zu sich ( $p < 0,01$ ), wogegen die Angabe der Zufuhr von Speisen normaler Konsistenz eher für eine Zuordnung zum normal ernährten Teil des Kollektivs ( $p < 0,01$ ) sprach. Auch diese Beobachtung wurde an der bei

Risiko häufiger auftretenden Dysphagieproblematik und dem schlechteren Zustand des Gebisses festgemacht.

Die abschließende Betrachtung galt dem Einbezug einer subjektiv regulierbaren Variable durch den Untersucher/Anwender von *geroMAT*. Dafür wurde der aktuelle Ernährungszustand des Probanden nach Einschätzung der Autorin in „gut“, „mässig“ und „schlecht“ unterschieden. Die Vorhersagekraft der subjektiven Kategorisierung ergab eine durchschnittlich gute Einschätzung ( $p < 0,01$ , Sensitivität=70%, Spezifität=68%, OPV=69%) für das Mangelernährungsrisiko. Diese Justierung ermöglicht dem diagnostisch geschulten medizinischen Personal selbst in die Analysen korrigierend einzugreifen.

### Nicht- nutritive Faktoren

Neben den ernährungsbezogenen Angaben erwiesen sich zahlreiche (N=9) der nicht-nutritiven Risikofaktoren als geeignet zur Vorhersage des Zielkriteriums „RiskMal“. Dabei wurden neben den objektiv messbaren Größen, dem Barthel-Index [Pkt.], dem „Timed up and Go“-Test [sec.] und der Multimedikation [mehr als 3 Medikamente] überwiegend subjektive Parameter in die *geroMAT*-Entwicklung aufgenommen: Die Art der Mobilität, der Aufenthalt im Freien, die Lebenssituation, die Stärke depressiver Verstimmungen, Wundheilung und überwundene Krebsleiden.

Im Kontext mit der Literatur kommen immer mehr Autoren zu dem Ergebnis, dass einzelne oder Kombinationen aus Risikofaktoren maßgeblich zur erhöhten Prävalenz der Mangelernährung beitragen können. VOLKERT D ET AL.<sup>[109]</sup> konnten zeigen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer Summation von Risiken und dem Ernährungsstatus besteht.

Zunächst war mit dem Risiko einer Mangelernährung eine verminderte Mobilität ( $p < 0,01$ ) und Einbußen in den ADL's ( $p < 0,01$ ) verbunden. Senioren der Risikogruppe waren häufig nur noch in Haus und Garten mobil, verließen ihre gewohnte Umgebung kaum und trieben keinen Sport. Je älter sie waren, desto weniger Aktivität(en) konnte(n) wahrgenommen werden ( $p < 0,01$ ). Gründe hierfür wurden primär in den im Alter durch Verschleiß verursachten Funktionalitätseinbußen angegeben. Dennoch handelte es sich im untersuchten Kollektiv um überwiegend unabhängig lebende Senioren. So waren tatsächlich immobile Teilnehmer hauptsächlich in dem zur Studie ausgewählten Seniorenheim zu finden ( $p < 0,05$ ). Ein Anstieg der Prävalenz der Mangelernährung wurde mit zunehmender Pflegebedürftigkeit beobachtet. Mangelnde Bewegung war dabei meist mit Appetitverlust verbunden ( $p < 0,01$ ).

Als Performancetest zur Mobilitätsmessung wurde der „Timed Up and Go“<sup>[112]</sup> durchgeführt. Dabei lagen Risikopatienten mit einem Mittel von 15 Sekunden im Bereich der Mobilitätsstörungen ohne funktionelle Störungen und Alltagsrelevanz, aber dennoch deutlich über den normal Ernährten (10

[sec.],  $p < 0,01$ ). Über 8,5 Sekunden erhöht sich das Sturzrisiko<sup>[113]</sup>, so waren 22% der 25% für Stürze anfälligen Teilnehmer Risikopatienten ( $p < 0,01$ ), 14% benutzten eine Gehhilfe ( $p < 0,01$ ). Zudem erreichten die Risikopatienten Testmaxima von bis zu 30 Sekunden, was für deutliche, funktionelle Einschränkungen sprach. Manche konnten den Test überhaupt nicht durchführen. Der Barthel-Index<sup>[33],[34]</sup>, ein Instrument zur Messung der Selbstversorgungsfähigkeiten im Alltag („Activities of daily Living“ ADL), bestätigte diesen Trend ( $r_s = -0,454$ ,  $p < 0,01$ ). Teilnehmer mit Mangelernährungsrisiko hatten geringere Punktwerte, je älter sie waren, umso geringer fielen die Scores aus, Minima von gerade 15 [Pkt.] wurden beobachtet, wobei 0 [Pkt.] völlige Pflegebedürftigkeit beschrieben. Das Leben in einem Alten- oder Pflegeheim ging in dieser Studie mit erhöhtem Mangelernährungsrisiko einher. Der Barthel-Index ist ein weltweit verbreitetes Assessmenttool zur systematischen Erfassung grundlegender Alltagsfunktionen, trifft aber keine reliable Aussage über die tatsächliche, zwangsläufig am Score ablesbare, Befähigung zur Bewältigung des Alltags ohne fremde Hilfe. Die einzige ernährungsbezogene Frage ist die nach der Selbständigkeit bei der Nahrungsaufnahme, was allerdings keinen Rückschluss auf Quantität und Qualität zugeführter Speisen und Getränke zulässt. Als subjektive Methode ist er so nicht aussagekräftig im Bezug auf die mögliche Entwicklung einer Fehl- oder Unterernährung. Daneben war er für vorliegende Untersuchung nur begrenzt geeignet, da er ursprünglich für eine Population mit neuromuskulären und muskuloskeletalen Erkrankungen entwickelt wurde, nicht wie hier für überwiegend unabhängig lebenden Senioren. Weil er zudem Zeit kostete (5-10 Min.), wohl aber hohen Bezug zum Zielkriterium zeigte, wurde er nur als mögliches „Zusatz-Feature“ in die *geroMAT*-Analysen aufgenommen.

Senioren, die sich weniger im Freien aufhielten, hatten ein erhöhtes Risiko einer Malnutrition ( $p < 0,01$ ). Frische Luft, am besten in Kombination mit Bewegung, fördert Lebensfreude, Immunsystem, Metabolismus und Appetit alter Menschen. Fehlt diese Stimulans, wird die Entwicklung unterschiedlichster Ernährungsstörungen unterstützt. Ein weiterer Effekt kann die Entwicklung von depressiven Verstimmungen, bedingt durch Lichtmangel sein. Depressionen waren bei Risikopatienten höher in Vorkommen und Intensität ( $p < 0,01$ ). 66% der untersuchten Probanden wiesen eigenen Angaben zur Folge Depressionen unterschiedlichster Stärke auf, wovon jene mit Risiko öfter mittelschwere (15%) bis ausgeprägte Tiefs (9%) durchlebten. Ihre allgemeine psychische Belastung war tendenziell höher ( $r_s < 0,2$ ), oftmals krankheitsbedingt. Die Prävalenz für Depressionen lag in der SENECA-Population zwischen 12 (Männer) und 28% (Frauen)<sup>[111]</sup> und damit tiefer. Die sehr hohe Angabe in der vorliegenden Untersuchung ließ sich über die oft recht unterschiedlichen Einschätzungen der Probanden über die Kategorisierung ihrer „Symptome“ als echte Depression erklären.

Auch „normaler“ Ärger oder „ein schlechter Tag“ wurden häufig als Depression benannt. Für Fehlinterpretationen würde auch die Tatsache sprechen, dass keinerlei Korrelationen zwischen den angegebenen Depressionen (Art/Stärke) und dem BDI verzeichnet werden konnten ( $r < 0,2$ ).

Tatsächlich depressive Episoden könnten in Ernährungsmängeln wie Tryptophan- oder Zinkmangel, sozialer Isolation, Partnerverlust oder sinkenden kognitiven Fähigkeiten begründet sein<sup>[94]</sup>.

Je jünger Probanden waren, desto häufiger lebten sie mit Partner ( $p < 0,01$ ) und wurden weniger häufig dem Risikobereich zugeordnet ( $p < 0,05$ ). Zudem wurde ein erhöhtes Mangelernährungsrisiko bei Bewohnern von Senioren- ( $p < 0,01$ ) und Pflegeheimen ( $p < 0,05$ ) beobachtet. Die Lebenssituation schien damit maßgeblich mit dem Ernährungsstatus der geriatrischen Stichprobe verbunden zu sein. Diese Ergebnisse deckten sich im Weiteren mit der Beobachtung, dass Heimbewohner und diejenigen ohne Partner häufiger Hilfe bei der Nahrungszubereitung benötigen (diskutiert unter „Nahrungsaufnahme“). Da sich die Tatsachen gegenseitig bedingten und zu einer verminderten Nahrungszufuhr führten, wurde die Lebenssituation als wichtiger Faktor in *geroMAT* aufgenommen.

Die Wundheilung war bei Bewohnern von Seniorenheimen ( $p < 0,01$ ) und in Verbindung mit einer Multimedikation ( $> 3$  Medikamente) häufiger verlangsamt ( $p < 0,05$ ) und korrelierte mit dem Mangelernährungsrisiko ( $p < 0,01$ ). Bei bestehendem Risiko war die Heilung öfter mittel- bis stark verlangsamt. Eine Medikation mit mehr als drei unterschiedlichen Präparaten täglich wurde in der Risikogruppe zahlreicher beobachtet ( $p < 0,01$ ). Auch im Vierten Altersbericht der BMFSFJ nahmen zwischen 34,1 und 42,6% der über 70 Jährigen fünf und mehr Medikamente am Tag ein<sup>[95]</sup>. Aus Studien ist bekannt, dass viele Medikamente, v.a. Transmittersubstanzen, den Metabolismus verändern und den Appetit negativ beeinflussen können. Alte Menschen nehmen aufgrund von Multimorbiditäten, steigender funktioneller Verschleißerscheinungen (Arthrosen, etc.) und organischer Alterung mehr Medikamente zu sich als ein junger Mensch.

Der zuletzt selektierte Parameter für *geroMAT* war der Hinweis auf einen früheren Befund einer Krebserkrankung. Ein vergangenes Krebsleiden zeigte ein Risiko auf, aktuell noch mangelernährt zu sein ( $p < 0,01$ ). Alle als ehemalige Tumorpatienten erfassten Senioren waren in die Risikopopulation der Studie eingestuft worden. Krebs gehört zu den konsumierenden Erkrankungen und zehrt den Organismus durch katabole Prozesse aus. Chemotherapeutika und Bestrahlungen führen meist zu veränderten Geschmacks- und Geruchswahrnehmungen, reduziertem Appetit, Mukositis und Tumorkachexie<sup>[96]</sup>, die den Patienten längerfristig auzehren können. Deshalb wurden frühere Krebsdiagnosen abschließend als prädiktiv für ein weiterhin bestehendes Mangelernährungsrisiko in *geroMAT* aufgenommen.

### Zusammenfassung

Ziel/Fragen: Neben der Ermittlung der Häufigkeit konsumierter Lebensmittel sollten in *TIII* Faktoren des Lebensstils und Morbiditäten erfasst werden, die das Ernährungsverhalten beeinflussen (können). Selektiert wurden Variablen, welche die vorherrschenden Ernährungsgewohnheiten direkt und/oder indirekt abbildeten.

Studienaufbau/Methodik: Der Hohenheimer Kurzfragebogen wurde in seiner für ein geriatrisches Kollektiv modifizierten Form (*HKF/M.G8*) als Instrument der Ernährungserhebung eingesetzt. Neben der Lebensmittelgruppenanalyse ermöglichte er die Bewertung des BMI, der Portion und Medikation. Die maximal erreichbare Punktezahl lag bei 156,0 [Pkt.]. Appetit, Geschmack/Geruch, Haupt- und Zwischenmahlzeiten, Flüssigkeitszufuhr und Portionsgröße wurden dokumentiert, Probleme der Nahrungszubereitung- und Aufnahme betrachtet. Neben gastrointestinalen wurden weitere Morbiditäten, Schmerzen und Wundheilungsstörungen erfragt. Mittels Näherung wurde der Energieverbrauch geschätzt. Sozioökonomische Faktoren und die Art der Lebensform wurden erfasst. Die „ADL´s“ konnten über Angaben und Tests zu Mobilität (TUG) und Funktionalität (Barthel), Kognition und Psyche über den MMSE und BDI beurteilt werden. Die Autorin bewertete den Ernährungszustand der Teilnehmer zusätzlich rein subjektiv. Alle Variablen wurden deskriptiv betrachtet, für den *HKF/M.G8* wurde die *Receiver Operating Characteristic* berechnet und Cut-Off-Werte bestimmt. Die subjektive Einschätzung wurde durch deren Sensitivität, Spezifität und Nachtestwahrscheinlichkeit beschrieben. Eine Korrelationsanalyse wurde durchgeführt.

Resultate: Risikopatienten erzielten sowohl in der *HKF*-Endanalyse ( $p < 0,01$ ) als auch bei den kollektivadaptierten Items BMI ( $p < 0,05$ ), Portionsgröße ( $p < 0,01$ ) und Medikation ( $p < 0,05$ ) niedrigere Scores. Der mittlere *HKF*-Score lag bei 119,0 [Pkt.], die Trennschärfe zur Vorhersage eines Mangelernährungsrisikos bei  $auROC = .713$ , KI [.626; .799]. Der *HKF*-Score war abhängig von Alter und Geschlecht. Die Cut-off's wurden aus den Koordinatenpunkten der *ROC*-Analyse abgelesen ( $< 89,5/89,5-134,0 / > 134,0$  [Pkt.]) und waren prädiktiv für ein Risiko ( $p < 0,01$ ). Der Appetit ( $p < 0,01$ ), wie Geschmacks-/Geruchsempfinden ( $p < 0,05$ ) waren bei Risikoteilnehmern reduziert, die Portionen ( $p < 0,05$ ) und Flüssigkeitszufuhr ( $p < 0,05$ ) geringer. Mit zunehmendem Alter sanken Appetit und Portionsgröße weiter ( $p < 0,01$ ), die Handhabung von Besteck ( $p < 0,01$ ) und das Zerkleinern von Speisen ( $p < 0,01$ ) bereitete Probleme. Senioren der Risikogruppe litten öfter an einer Gastritis ( $p < 0,05$ ), Dysphagie ( $p < 0,01$ ), Wundheilungsstörungen ( $p < 0,01$ ) oder einer überstandenen Tumorerkrankung ( $p < 0,01$ ). Sie führten mehr Medikamente zu ( $p < 0,01$ ). Nahrungszubereitung- ( $p < 0,01$ ) und Aufnahme ( $p < 0,01$ ), sowie der Verzehr normaler Kost ( $p < 0,01$ ) waren erschwert, es wurde häufiger auf weiche Kost ( $p < 0,01$ ) ausgewichen. Fisch wurde eher verweigert ( $p < 0,05$ ). Mit steigendem Risiko und Alter nahm die Mobilität ab ( $p < 0,01$ ), der Barthel-Index sank ( $p < 0,01$ ), v.a. bei Frauen ( $p < 0,05$ ). Im TUG-Test erhöhten sich die benötigte Zeit ( $p < 0,01$ ) und Sturzgefahr ( $p < 0,01$ ), es wurden öfter

Gehhilfen genutzt ( $p < 0,01$ ). Risikoteilnehmer waren weniger an der frischen Luft ( $p < 0,01$ ), hatten öfter Depressionen ( $p < 0,05$ ), wobei BDI und MMSE nicht auffällig waren ( $r < 0,2$ ). Senioren ohne Partner ( $p < 0,05$ ), im Senioren- oder Pflegeheim ( $p < 0,01$ ) waren eher mangelernährt. Die subjektive Einschätzung aller Senioren zeigte eine Sensitivität von 70%, Spezifität=68% und OPV=69% ( $p < 0,01$ ).

Diskussion: Nicht einzelne Messwerte, sondern die Summation verschiedener Ernährungsfaktoren- und Risiken ließen eine Aussage über den Ernährungszustand zu. Die Erhebung mit dem *HKF* entsprach einem hypothesenorientierten Ansatz, bei dem der Endscore zum einen als reiner Zahlenscore, zum anderen in abstufer Weise (Cut-off's) nach dem Beispiel der MNA<sup>®</sup>-Klassifikation (I, II, III) generiert werden konnte. Mit steigendem Score entsprach die Ernährungsweise eher den Empfehlungen der Fachgesellschaften. Frauen und Männer unterschieden sich in ihrem Ernährungsverhalten. Die Analyse einzelner Lebensmittelgruppen- oder Kombinationen könnten der Literatur zur Folge in weiterführenden Studien einen Rückschluß auf Nährstoffdefizite und die Charakterisierung sog. „Ernährungsmuster“ zulassen. Ursachen möglichen „Over-“ und „Underreportings“ wurden diskutiert. Appetitverlust hatte Signalcharakter im Circulus Vitiosus der Mangelernährung und war Symptom oder Ursache von Beschwerden im Senium. Geschmacks- und Geruchssinn waren mechanisch, degenerativ oder infektiös bedingt. Unzureichende Informationsverarbeitung alternder Neuronen führten evtl. zu Fehleinschätzungen des Trinkverhaltens, Wassermangel führte zu typischen Symptomen wie Verwirrtheit und Schwindel. Kognitionstests fielen schlechter aus. Sinkende Portionsgrößen, verbunden mit der Gefahr eines Nährstoffdefizits, waren oft Ausdruck steigender Probleme der Nahrungsaufnahme oder entzündlicher Prozesse des Magen-Darm-Trakts. Die eingeschränkte Mobilität könnte Ursache von Verschleiß, sozialer Isolation oder zunehmender Pflegebedürftigkeit gewesen sein. Pflege reduzierte die Unabhängigkeit und Aufnahme normaler Kost. Der Barthel-Index war als Tool der Funktionalität aufgrund seiner zeitintensiven Erhebung nur als „Zusatzoption“ für *geroMAT* geeignet. Der Aufenthalt im Freien förderte wahrscheinlich Stimmung, Mobilität und Appetit. Multimedikation war durch kollektivtypische Morbiditäten erklärbar. Eine subjektive Einflussnahme auf die Beurteilung durch den Untersucher erwies sich als geeignet.

Schlussfolgerung: *HKF/M.G8* zeigte signifikanten Zusammenhang zum Zielkriterium „RiskMal“ und wurde zur schnellen Ernährungsanalyse in *geroMAT* übernommen. Weiter konnten „Features“ selektiert werden: Appetit, Portionsgröße, Geschmack, Gastritis, Dysphagie, Nahrungszubereitung (Selbständigkeit), Nahrungsaufnahme (Unabhängigkeit), Flüssigkeitszufuhr, Ernährungsform (normal/weich), TUG (Dauer/Sturzrisiko), Multimedikation (>3 Medis), Mobilität (Art), Aufenthalt im Freien, Lebenssituation, Depression(en), Subjektive Feinjustierung des Ernährungszustandes. Als Zusatzoptionen könnten der Barthel-Index, der Einsatz einer Gehhilfe beim TUG, Probleme mit Besteck und Schneiden erfragt werden und vergangene Krebsleiden oder Wundheilungsstörungen dokumentiert werden.

#### 4.4 geroMAT - Modellentwicklung

Auf Grundlage der Rohmaske von **geroMAT, Version Alpha-01** dienten die zuvor unter Kap. 4.1 - 4.3 dargestellten Teilprojekte *TI-III* primär der Selektion relevanter Indikatoren der Mangelernährung. Ziel in Kap. 4.4. war es, Modelle zur Vorhersage des Ernährungszustandes zu entwickeln.

##### 4.4.1 Datensatz-Nutzung

###### Ausmaß der Datensammlung

Im Verlauf der multizentrisch angelegten Studie wurde eine große Datenmenge angesammelt. Die genaue Anzahl wurde in einer Übersicht dargestellt (Tab. 4.37):

Tab. 4.37 : Darstellung der Anzahl erfasster Teilnehmer und Variablen, sowie der daraus resultierenden Datensätze - tabellarische Auflistung der Einzelstichproben und des Gesamtkollektiv (N=150)

	Neurologie (N=x)	Innere Medizin (N=x)	Altenheim (N=x)	Gesamtkollektiv (N=x)
Teilnehmer	117	9	24	150
Variable(n) <sup>1</sup>	318	277	256	256-318 <sup>‡</sup>
Datensatzgröße <sup>2</sup>	37 206	2 493	6 144	45 843

<sup>1</sup> ohne ID-Nummer

<sup>2</sup> abnehmend aufgrund Variablenselektion während Studienverlauf

<sup>‡</sup> Min.-Max.

Das Gesamtkollektiv gestaltete sich sehr inhomogen, mit überwiegend aus der Gedächtnissprechstunde rekrutierten, unabhängig lebenden Teilnehmern. Dieser Umstand wurde unter Kap. 3.4 und Kap. 4.1.5 (*Patientenkollektiv*) detailliert dargestellt und diskutiert. Die Abnahme der Anzahl dokumentierter Variablen war damit zu begründen, dass unsinnige und unpraktikable Parameter im Studienverlauf ausgeschlossen worden waren.

###### Datensatzbereinigung

Für die Endanalysen wurden jeweils alle vorhandenen Variablen herangezogen und fehlende Werte („Löcher“) durch Imputation mittels *Expectation Maximization Algorithmus* (Kap. 3.5.9.2) ergänzt. Ab diesem Zeitpunkt wurden vollständige Datensätze genutzt. Speziell für die Lineare Regression wurde in Kap. 4.4.4 zur Modellverbesserung (*Modell II*) ein bereinigter Datensatz erstellt. Nach einer Auswahl geeigneter Parameter („*Feature Subset Selection*“, Anhang VZ.4, N=41) standen in diesem 6.000 Daten zu Analyse Zwecken zur Verfügung.

### Kurzer Überblick über die Methodensituation

Zur Endscorebildung im MNA<sup>®</sup> wurde die Selbsteinschätzung der Ernährungssituation durch den Patienten abgefragt. Deshalb war es interessant zu wissen, inwieweit sich diese Einschätzung von der Fremdbeurteilung unterschied. Einen Überblick über die Vorhersagekraft der Angaben verschafft Tab. 4.38:

Tab. 4.38 : Sensitivität, Spezifität, positiver (PPV) und negativer (NPV) Vorhersagewert (%) des Test-Instrumentes Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>, sowie der Selbsteinschätzung und Einschätzung des Untersuchers im Bezug auf das Mangelernährungsrisiko („RiskMal“)

Klassifikation ("RiskMal" <sup>1</sup> ) nach Methode...	Sensitivität <sup>1</sup> (%)	Spezifität <sup>1</sup> (%)	PPV <sup>(+)</sup> <sup>2</sup> (%)	NPV <sup>(-)</sup> <sup>2</sup> (%)
MNA <sup>®2</sup>	100	100	100	100
Selbsteinschätzung des Teilnehmers <sup>3</sup>	68	55	21	91
Fremdeinschätzung durch den Untersucher <sup>4</sup>	70	68	62	75

<sup>1</sup> 0=kein Risiko; 1=Risiko

<sup>2</sup> 0=normal; 1=Risiko/schlechter Ernährungszustand

<sup>3,4</sup> 0=gut; 1=mäßiger/schlechter Ernährungszustand

<sup>2</sup> berechnet aus Prediction-Success-Table

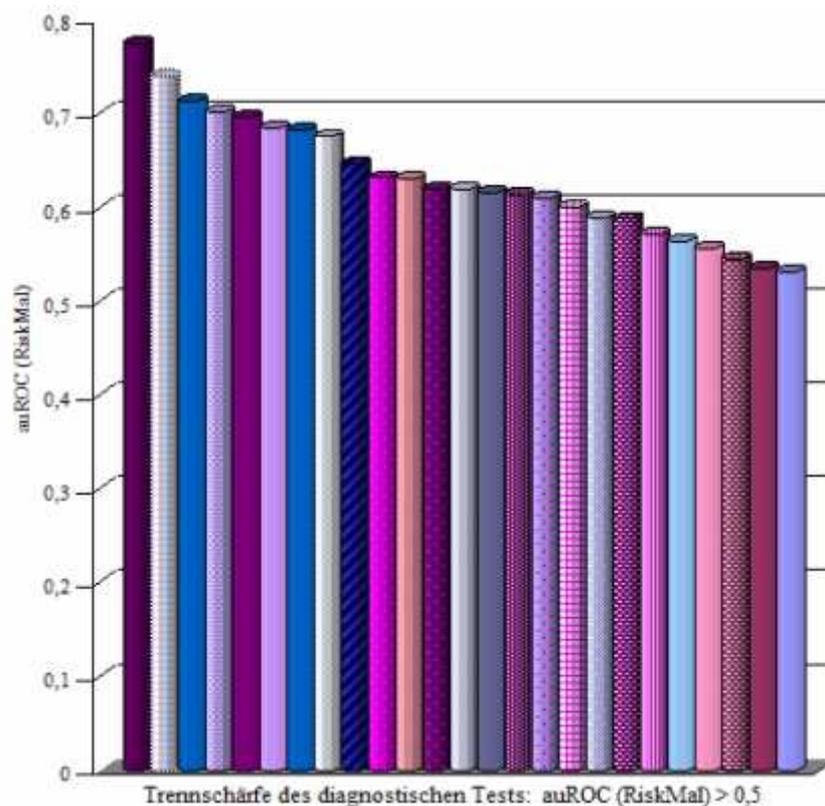
„RiskMal“ war zu Studienbeginn aus dem MNA<sup>®</sup> generiert worden (Kap. 4.1.2), sodaß dieses logischerweise ideale Werte annahm. Die Fremdbeurteilung des Ernährungszustandes erwies sich in dieser Untersuchung als aussagekräftiger. Die Anzahl richtig (als Risikoteilnehmer) bewerteter Senioren war dabei höher (41%), wodurch die Nachtestwahrscheinlichkeit (*Overall Predictive Value*) von 57% bei der reinen Selbsteinschätzung auf 69% (Einordnung durch den Untersucher) stieg.

**Fazit:** Die große Datenmenge konnte gezielt strukturiert und fehlende Werte ergänzt werden. Diese Auswertung bestätigte erneut die Aufnahme des Features „Einschätzung des Ernährungszustandes durch den Untersucher“ als Möglichkeit zur subjektiven Korrektur in *geroMAT*.

#### 4.4.2 Endanalys(en) und Modellentwicklung(en)

Zunächst wurden die Ergebnisse der Teilstudien *TI-III*, d.h. die Features (N=25) und (obligatorischen) „Zusatz“-Features (N=12) zu einem *Modell-Erstentwurf* zusammengefasst (Anhang VX.2a, Spalte 1). Die Features waren in den Vorstudien (Kap. 4.1- Kap. 4.3) nach der Höhe ihrer Korrelation mit dem Zielkriterium „RiskMal“ selektiert worden (*Minimum*:  $r_s \geq 0,2$ ;  $p < 0,05$ , Anhang VX.2a, Spalte 3). Variablen ohne erkennbar signifikanten Zusammenhang, wie das C-Reaktive Protein, der Oberarmumfang, ein Gewichtsverlust (KMV) über 5% in drei Monaten, einige Lebensformen bzw. Indizes der Bioelektrischen Impedanzanalyse (ECM/ BCM, ECW/ICW) wurden v.a. aufgrund ihres Zusammenhangs zu anderen, relevanten Features oder ihrer Bekanntheit aus der Literatur (erfahrungsgemäße Eignung zur ernährungsmedizinischen Diagnostik) eingeschlossen. Um die korrekte Auftrennung der Klassengrenzen (0=kein Risiko, 1=Risiko) zu prüfen, wurden alle *Einzel*-Features einer *Receiver Operating Characteristic* unterzogen (Anhang VX.9a), Spalte(n) 4-7). Die *auROC* wurde als das Maß der Güteverteilung des Klassifikationsverfahrens angesehen. Die Rangfolge der Auftrennung durch die Features wird aus Abb. 4.52 ersichtlich:

Abb. 4.53: Darstellung der Rangfolge in der Trennschärfe der in den Teilprojekten *TI-III* selektierten *Einzel*-Features im Bezug auf das Mangelernährungsrisiko, abgebildet durch „RiskMal“- Darstellung der Ergebnisse aus der Receiver Operating Characteristic Diskriminanzbedingung:  $auROC > 0,5$



Legende zu Abb. 4.53: Darstellung der Rangfolge in der Trennschärfe der in den Teilprojekten *TI-III* Selektierten *Einzel*-Features im Bezug auf das Mangelernährungsrisiko, abgebildet durch „RiskMal“ – Auflistung der Rangfolge(n) aus der Receiver Operating Characteristic:

■ Timed up and Go (Dauer)	0,773
⊙ Hämoglobin	0,74
■ HKF/Modell.G8	0,713
■ Timed up and Go (Sturzgefahr)	0,701
■ Subjektive Einschätzung durch Untersucher	0,696
■ Nahrungszubereitung (Selbständigkeit)	0,683
■ Aufenthalt im Freien	0,681
□ Appetit	0,675
■ Mobilität	0,646
■ Flüssigkeitszufuhr	0,631
□ (gesamt) Thyreonin	0,63
■ Albumin	0,618
□ Depression(en)	0,618
■ Portionsgröße	0,615
■ Nahrungsaufnahme (Unabhängigkeit)	0,612
■ Multimedikation	0,609
■ Geschmack	0,599
□ Gastritis	0,588
■ Dysphagie	0,587
■ Wadenumfang	0,571
■ Kostform (weich)	0,563
■ Kostform (normal)	0,556
■ Body Mass Index	0,543
■ C-Reaktives Protein	0,534
■ Lebenssituation	0,53

Die Grafik verdeutlicht, in Anlehnung an Tab. VX.2a des Anhangs, inwieweit jedes einzelne der Features das Risiko einer Mangelernährung abbilden konnte. Die meisten der Parameter waren einfach und schnell abfragbar, andere (*HKF/M.G8* und „Timed up and Go“) waren zeitintensiver, aber starke Indikatoren. Vor allem die praktischen (ADL-) Tests („Barthel-Index“, „Timed up and Go“) schnitten überdurchschnittlich gut ab, wie auch Hämoglobin und die Ernährungsanalyse (*HKF/M.G8*) (*auROC*s>.700). Die restlichen 21 Features und 11 „Zusatz“-Features lagen in den Bereichen *auROC*= ≥.500 bis ≤.700 (*Features* über .500: 36%, über .600: 48%). Die subjektive Einschätzung durch den

Untersucher erreichte fast die  $auROC=.700$  ( $p<0,001$ ). Einzig unter den Unterkategorien „alleine lebend“ bzw. „ohne Familie“ des Features „Lebenssituation“ wurde keine ausreichende Diskriminierung ( $auROC<.500$ ) ermittelt. Da das Feature aber in seiner Gesamtheit „RiskMal“ durchaus vorhersagen konnte ( $auROC>.500$ ), floß es weiter in die Modellentwicklung(en) mit ein.

**Fazit:** Mit dieser Bewertung durch die *ROC-Analyse* wurde die Selektion und Definition der Features abgeschlossen (siehe auch Kap. 3.1, Modellentwicklung). Alle im *Modell-Erstentwurf* eingeschlossenen Variablen waren bestätigt worden und konnten deshalb übernommen werden.

### 4.4.3 Modell I – Vorhersage des Mangelernährungsrisikos „RiskMal“

Das weitere Vorgehen diente der Austestung des *Modell-Erstentwurfes* basierend auf den jeweiligen Fragestellungen:

In **TI** hatte sich das Problem der unterschiedlichen Klassenbreite (Bewertung des Ernährungsstatus mit dem MNA<sup>®</sup>) ergeben, welches eine korrekte, statistische Analyse erschwerte. Die neue, im Kollektiv homogener verteilte Zielgröße „RiskMal“ war formuliert worden (Kap. 4.1.2). Dem zur Folge wurden ab diesem Zeitpunkt zwei Modellentwürfe für *geroMAT* verfolgt:

- a) die Vorhersage nach „RiskMal“, sowie
- b) nach der Ursprungsvariable MNA<sup>®</sup> (ungenauer, da inhomogene Klassen)

Hauptintention der Modellentwicklung(en) war zunächst die Vorhersage des Mangelernährungsrisikos nach „RiskMal“ (siehe auch Kap. 3.1, Modellentwicklung). Dazu wurde die *Binäre Klassifikation* (0=kein Risiko; 1=Risiko) mit einer *Support Vector Machine* angewandt. Überprüft wurden die Ergebnisse in einer parallel laufenden *Binär Logistischen Regression*. Das genaue Vorgehen ist den WEKA-Screenshots im Anhang VZ.4 zu entnehmen. Alle Features des *Erstentwurfs* wurden zur Analyse ein-gesetzt. Die Features des *Modell-Erstentwurfs* („Conny’s Features“) ließen in ihrer Gesamtheit eine gute Aussage über das Risiko eine Mangelernährung zu entwickeln zu bzw. schon an dieser zu leiden und trennten Risikoteilnehmer von normal ernährten Senioren im Kollektiv (SVM:  $auROC_{Erstentwurf}=.739$ , BLR:  $auROC_{Erstentwurf}=.795$ ). Damit erschienen sie für die Zielklassifikation sehr gut geeignet. Ausgehend von diesem positiven Ergebnis wurde der *Modell-Erstentwurf* in **Modell I** (Vorhersage „RiskMal“) umbenannt.

Weitere Daten der Diskriminierung des *Modells I* wurden in Tab. 4.39 aufgeführt:

Tab. 4.39: Darstellung der Ergebnisse der Spezifikationsanalyse des *Modells I* zur Risikobewertung anhand der Vorhersage von „RiskMal“

Risikobewertung mittels binärer Klassifikation	Instanzen	Mittlerer absoluter Fehler	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	PPV <sup>(*)</sup> (%)	NPV <sup>(*)</sup> (%)
Modell I: Vorhersage von "RiskMal" <sup>1)</sup>	150	0,26	66,22	81,58	77,77	71,26

<sup>1)</sup> 0=kein Risiko; 1=Risiko

<sup>\*)</sup> aus Prediction-Success-Table entnommen

Desweiteren ergab die Auswertung aller erhobenen Parameter („*All Features*“) eine geringere  $auROC_{All\ Features} = .673$ , die FSS eine optimierte von  $auROC_{Selected\ Features} = .779$  (Anhang VZ.4).

**Fazit:** Das aus dem *Erstentwurf* generierte *Modell I* diente der Vorhersage von „RiskMal“ und bildete die Klassengrenzen deutlich ab. Es erwies sich dadurch als äußerst geeignet für *geroMAT*.

#### 4.4.4 Modell II – Vorhersage des Mini Nutritional Assessment-Scores

Neben der Vorhersage des Kriteriums (*Modell I*), welches primär der Risikoeinschätzung diente („RiskMal“), sollte der allgemeine Ernährungszustand nach der Ursprungsvariable MNA<sup>®</sup> vorhersagbar sein (Formulierung eines *Modells II*). Zu Beginn wurden *alle*, d.h. sämtliche aus *TI-III* verfügbaren Features und Datensätze geprüft („*All(e) Features*“, Tab. 3.40). Hierzu wurde erst eine *Kreuzvalidierung* (zu Trainingszwecken), gefolgt von einer *Linearen Regression* durchgeführt. Die genauen Arbeitsschritte sind im Anhang VZ.4 einzusehen.

Tab. 3.40: Darstellung der Ergebnisse der Linearen Regression zur Vorhersage des MNA<sup>®</sup> aus allen Studiendatensätzen („*All(e) Features*“)

Ernährungsstatus-Vorhersage (MNA <sup>®</sup> ) <sup>1)</sup> mittels Linearer Regression	
"All(e) Features"	
Korrelationskoeffizient	0,5699
Mittlerer quadratischer Fehler	2,3561
Instanzen	150
Features	315
Datensatzgröße	47 250

<sup>1)</sup> Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>

In diesem ersten Schritt wurde schon eine mittlere Korrelation der generierten Features zum MNA<sup>®</sup> ( $r > 0,5$ ) festgestellt. Der quadratische Fehler wurde bestimmt, um im weiteren Verlauf das gewählte Modell im Vergleich zu den anderen Schätzverfahren (siehe Tab. 4.41; Tab. 4.42) beurteilen zu können. Der hier berechnete Fehler diente als „Maßstab“ für die weiteren Auswertungen.

In einem weiteren Analyseschritt wurde der Modell-Erstentwurf (siehe hierzu Kap. 4.4.2/4.4.3), d.h. die 25 zuvor (TI-TIII) selektierten Features, derselben Auswertungsabfolge wie im ersten Schritt (Kreuzvalidierung, Lineare Regression) unterzogen und so das Modell auf seine Vorhersagekraft für das MNA<sup>®</sup> getestet. Auch hierzu können die Screenshots im Anhang VZ.4 eingesehen werden. Tab. 4.41 sind die Ergebnisse zu entnehmen:

Tab. 3.41: Darstellung der Ergebnisse der Linearen Regression zur Vorhersage des MNA<sup>®</sup> (Modell I) aus dem *Modell-Erstentwurf*

Ernährungsstatus-Vorhersage (MNA <sup>®</sup> ) <sup>1</sup> mittels Linearer Regression	
<i>"Modell-Erstentwurf" bzw. "Modell II"</i>	
Korrelationskoeffizient	0,517
Mittlerer quadratischer Fehler	2,2409
Instanzen	150
Features	25
Datensatzgröße	4 650

<sup>1</sup> Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>

Das MNA<sup>®</sup> konnte vorhergesagt werden (siehe auch Gauß-Prozeß:  $r = 0,6367$ ). Deshalb wurde der *Modell-Erstentwurf* diesmal zum *Modell II* (Vorhersage der Ursprungsvariable MNA<sup>®</sup>) umbenannt. Die Korrelation mit der Ursprungsvariable fiel etwas geringer aus ( $p < 0,01$ ) als die zuvor bei der Analyse der „All(e) Features“ (Tb. 4.40). Der quadratische Fehler war etwas niedriger als beim Testverfahren mit *allen* Features, das Schätzverfahren somit tendenziell geringer aussagekräftig.

Die Features, die „RiskMal“ sehr gut vorhersagen konnten, lieferten zur Prädiktion des MNA<sup>®</sup> nur ein mittleres ( $p < 0,01$ ), nicht aber gutes ( $p < 0,001$ ) Ergebnis. Sie schienen demnach für eine Klassifikation, nicht aber für eine optimale Regression ausreichend. Aus diesem Grund wurde abschließend versucht, anhand eines Auswahlverfahrens (*Feature Subset Selection*) weitere Variablen aus dem Gesamtdatenpool zu selektieren, die eventuell die Vorhersage des MNA<sup>®</sup> und damit das gesamte Modell noch weiter verbessern könnten („Feature Selection“). Anhang VZ.4 zeigt die vom System gewählten Features.

Dieses Modell wurde ebenfalls denselben Analyseverfahren (*Kreuzvalidierung, Lineare Regression*) wie die Modelle zuvor unterzogen (Tab. 4.42):

Tab. 4.42: Darstellung der Ergebnisse der Linearen Regression aus dem durch Feature Selektion weiterentwickelten *Modell II* (erweiterte Parameter)

Ernährungsstatus-Vorhersage (MNA <sup>®</sup> ) <sup>1</sup> mittels Linearer Regression	
"Feature Selection (Weiterentwicklung Modell II)"	
Korrelationskoeffizient	0,663
Mittlerer quadratischer Fehler	2,211
Instanzen	150
Features	40
Datensatzgröße	6 000

<sup>1</sup> Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup>

Die Korrelation zum MNA<sup>®</sup> war signifikant und lag über der der beiden ersten Analysen („*All(e) Features*“, „*Modell II*“). Somit war eine Verbesserung des Modells durch Supplementierung weiterer Features eingetreten. Der quadratische Fehler dieses Modells war zudem der niedrigste aller drei getesteten. Ausgewählt wurden 17 neue Variablen und 23 Features, die im *Modell II* integriert, also schon bekannt waren (Anhang DVD.2). Von den bereits bekannten waren 17 den Features und 6 den „Zusatz“-Features zugeordnet worden. Unter den neuen Parametern waren wenige abfragbar, mehrere jedoch invasiv oder mit apparativem Aufwand verbunden. Deren Relevanz und ernährungswissenschaftliche Funktionalität konnte im Rahmen dieses Projektes nicht mehr getestet werden.

**Fazit:** Das *Modell II* zeigte eine gute Prädiktion für die Ursprungsvariable MNA<sup>®</sup>. Zudem besteht die Möglichkeit, das Modell in Zukunft durch Hinzunahme weiterer, aussagekräftiger Features zu verbessern. Die Korrelation des Schätzverfahrens könnte dadurch noch gesteigert werden.

#### 4.4.5 Ausblick auf *geroMAT*, Version Alpha-02

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, an einer geriatrischen Stichprobe Indikatoren der Mangelernährung aus einer breiten Masse von erhobenen Einflußgrößen herauszufiltern. Durch die Auswertung der in den Teilstudien gewonnenen Beobachtungen entstand zunächst der *Erstentwurf* (Kap. 4.4.2), gefolgt von den *Modellen I* (Kap. 4.4.3, Vorhersage „*RiskMal*“) und *II* (Kap. 4.4.4, Vorhersage des MNA<sup>®</sup>). Damit wurde(n) die Grundlage(n) zur *geroMAT*-Entwicklung geschaffen und die definierten Anforderungen erfüllt. In Vorarbeit für weitere Entwicklungsstudien konnten zudem evtl. zukünftig hilfreiche „Teilergebnisse“ dokumentiert werden:

**Ausmaß der Erfüllung der geroMAT-Kriterien**

Selektierte Parameter wurden auf die anfangs an die geroMAT-Entwicklung gestellten Anforderungen hin überprüft (Tab. 4.42):

Tab. 4.43: Übersicht über die Erfüllbarkeit der Anforderungen an die „geroMAT- Features“ – 25 Features, 12 (optionale) „Zusatz“-Features.

Var(X)	Variable(n) aus geroMAT-Alpha 01	Variable(n) (neu) für geroMAT-Alpha 02	kostenintensiv (materialintensiv)	invasiv	zeitaufwendig	Fachpersonal nötig
<b>Feature(s)</b>						
BMI ( $\leq 21,0$ ) [kg/m <sup>2</sup> ]	-	✓	-	-	-	-
Wadenumfang ( $\leq 31,0$ ) [cm]	-	✓	-	-	-	-
Hb [g/dL]	✓	✓	✓	✓	-	✓
Albumin [g/L]	✓	✓	✓	✓	-	✓
gT <sub>2</sub> [nmol/L]	-	✓	✓	✓	-	✓
CRP [mg/L]	-	✓	✓	✓	-	✓
HKF/M.GdPkt.	-	✓	✓	✓	-	✓
Appetit (eduziert/normal/erhöht)	✓	✓	-	-	-	-
Portionsgrösse [% der Tellergröße]	✓	✓	-	-	-	-
Geschmack (oBering/mäßig/stark beeinträchtigt)	✓	✓	-	-	-	-
Flüssigkeitsaufnahme [Menge (à 200 mL)/Tag]	✓	✓	-	-	✓	-
Gastritis (ja/nein)	-	✓	-	-	-	-
Dysphagie (ja/nein)	✓	✓	-	-	-	-
Nahrungszubereitung (Selbständigkeit) (selbständig/mit Hilfe/unmöglich)	✓	✓	-	-	-	-
Nahrungsaufnahme (Unabhängigkeit) (unabhängig/mit Hilfe)	✓	✓	-	-	-	-
Kostform (normal)	-	✓	-	-	-	-
Kostform (weich)	-	✓	-	-	-	-
Mobilität (Art)	-	✓	-	-	-	-
Aufenthalt im Freien (Häufigkeit/Tag/Woche)	✓	✓	-	-	-	-
Depressionen (Stärke)	✓	✓	-	-	-	-
Lebenssituation	✓	✓	-	-	-	-
(im Pflegeheim)						
(im Seniorenheim)						
(alleine lebend, mit Haushaltshilfe)						
(in der Tagespflege)						
(alleine lebend)						
(ohne Partner)						
(ohne Familie)						
TUG [Dauer] [sec.]	✓	✓	-	-	✓	-
TUG (erhöhtes Sturzrisiko) (ja/nein)	-	✓	-	-	-	-
Multimedikation (ja/nein)	-	✓	-	-	-	-
Subjektive Einschätzung durch Untersuchers (EZ: gut/mäßig/schlecht)	-	✓	-	-	-	-
<b>Zusatz-Feature(s)</b>						
OAU [cm]	✓	✓	-	-	-	-
KMV (3 Monate) $\leq 5\%$	✓	✓	-	-	-	-
Vorschneiden nötig (ja/nein)	-	✓	-	-	-	-
Besteckproblematik (ja/nein)	-	✓	-	-	-	-
Barthel-Index [Pkt.]	✓	✓	-	-	-	-
TUG (mit/ohne Gehhilfe)	-	✓	-	-	✓	-
Wundheilung (normal/gering/mittel/stark verzögert)	-	✓	-	-	✓	-
Z.n.CA (ja/nein)	-	✓	-	-	-	-
☺Option "BIA"						
Phi [°] ( $< 5,0$ )	-	✓	✓	-	✓	✓
BCM [%]	-	✓	✓	-	✓	✓
ECM/BCM-Index	-	✓	✓	-	✓	✓
ECW/ICW-Index	-	✓	✓	-	✓	✓

Insgesamt waren 23 neue, vorher nicht in geroMAT-Version Alpha 01 erfasste Variablen aufgenommen worden, 14 in die Hauptfeatures, 9 als „Zusatz“-Features. Nur die invasiven Parameter und die optionale Bioelektrische Impedanzanalyse wären (relativ) kostenintensiv. Als zeitintensiv erwiesen sich vor allem einige Tests/Untersuchungen und die Abfrage von Ernährungsgewohnheiten-

und Flüssigkeitszufuhr. Sie verlangten zudem nach Fachpersonal. Ebenso wie die Einschätzung der Depressionsstärke und des Ernährungszustandes oder die Blutentnahme. Das neue *geroMAT*-Modell beinhaltete 25 Features und 12 Optionen.

### **Weiterbehandlung der Zusatzfeatures**

Die „Zusatz“-Features waren hauptsächlich integriert worden, um Interventionen einleiten und überwachen zu können. Als Bestandteil der Sitzungsübersicht am Ende der *geroMAT*-Erhebung sollen sie zwar als zusätzliche Information erscheinen, sofern sie ausgewählt werden, sollen aber nicht in das Scoring mit einfließen.

Der Barthel-Index war Bestandteil des weiterentwickelten *Modells II* (nach *Feature Selection* zur Vorhersage des MNA<sup>®</sup>). Da er aber zeitintensiv war, wurde er weiter als optional betrachtet.

Die „Zusatz“-Features können je nach Bedarf, einzeln oder in Kombination, erhoben/ergänzt werden. Aus diesem Grund machte es keinen Sinn aus ihnen ein Modell zur Vorhersage von „RiskMal“ oder dem MNA<sup>®</sup> zu berechnen. In der Praxis werden sie höchstwahrscheinlich nie alle vollständig erfasst werden (müssen). Die Reihenfolge ihrer Priorität(en), bezogen auf die Risikobewertung (nach „RiskMal“), konnte den Auswertungen der ROC-Analyse entnommen werden (Anhang VX.2).

### **BASIS-Score Entwicklung**

Nach Beendigung aller Auswertungen wurde ein abschließendes Ranking (Information Gain = KL-Divergenz) zur Gewichtung der einzelnen Features im Gesamtmodell durchgeführt (siehe Gewichtungen in den Screenshots Anhang VZ.4 ). Das Information Gain gibt dabei an, wie stark sich die Unsicherheit über der Zielvariable („RiskMal“, MNA<sup>®</sup>) durch Hinzunahme eines Features reduziert. Diese (erste, grobe) Gewichtung könnte ein Anhaltspunkt für die Scoreentwicklung sein. Trotz alledem müssten die Features noch einmal gesondert bewertet werden. Ihre Gültigkeit und abschließende Bewertung sollte anhand publizierter Daten vorgenommen werden, evtl. auch in Anlehnung an *oncoMAT*<sup>[80]</sup>.

**Fazit:** Die anfangs an die *geroMAT*-Entwicklung gestellten Anforderungen konnten weitestgehend erfüllt werden, für den Interventionsprozeß hilfreiche Optionen wurden zur Verfügung gestellt. Ein erstes, grobes Ranking der Features sollte den zukünftigen Entwicklungsprozeß (BASIS-Score) erleichtern.

---

<sup>1</sup> Malnutrition Assessment and Therapy for Oncologic Patients

#### 4.4.6 Diskussion und Zusammenfassung

Das Ernährungsassessment beschreibt eine detaillierte Ermittlung des Ernährungszustandes bei (innerhalb eines vorangeschalteten Ernährungsscreenings selektierten) Risikoindividuen. Voraussetzung eines solchen Assessments ist, anders als beim Screening, fundiertes ernährungsmedizinisches Wissen. Aus diesem Grund obliegt die Durchführung geschulten Ärzten, ernährungsmedizinischem Fachpersonal (Diätassistenten, Ernährungswissenschaftlern, etc.) oder Ernährungsteams<sup>[81]</sup>. Ziel des Assessments ist die Entscheidung über Art und Dauer der eingeleiteten Intervention(en). Bisherige Assessments sind meist Fragebogenmethoden (MNA<sup>®</sup>, SGA, Ernährungsscore nach Hackl, etc.) (Kap. 1). Ein computergestütztes Verfahren hat sich trotz des vorherrschenden IT-Zeitalters (*noch*) nicht etabliert.

##### Zielsetzung

Die Anforderungen, die an die *geroMAT*-Entwicklung gestellt worden waren, wurden größtenteils erfüllt. Im Idealfall ist ein geriatrisches Ernährungsassessment ein mehrdimensionaler, interprofessioneller Prozeß, welcher entsprechende Daten im Dienste der Diagnostik/Intervention zusammenführt.

Das „idealtypische“ Instrument sollte dabei bestimmte Merkmale besitzen (Kap. 2., Tab. 1.2). Ausgangspunkt dieser Überlegungen war die Einsatzfähigkeit der fertigen Methode sowohl ambulant als auch stationär und an verschiedensten Einrichtungen, also multizentrisch. Im Rahmen der Erhebungen dieser Studie wurde an drei unterschiedlichen Standorten, nämlich Klinik (stationär), Sprechstunde (ambulant) und Heim (stationär, Tagespflege), Daten gesammelt. Alle Kriterien sollten zudem auch bei Anwendung in Niedergelassenen-Praxen Gültigkeit besitzen. Die Befragung der Teilnehmer (*Case Report Form*, s. Anhang VZ.3) gestaltete sich, abgesehen von den im jeweiligen Kapitel diskutierten, variablenbezogenen Problemen, in allen drei Einrichtungen als relativ unproblematisch. Voraussetzung dafür war allerdings eine möglichst ruhige Atmosphäre in einem vom „Alltagsgeschehen“ separierten Raum. Befragungen im Mehrbettzimmer (Klinik), dem laufenden Ambulanzbetrieb (Gedächtnissprechstunde) oder im Gemeinschaftsraum (Altenheim) waren selten von Erfolg gekrönt und sollten deshalb auch in den weiteren Entwicklungsstudien umgangen werden. Die Bestimmung des BMI und Wadenumfanges waren beides Methoden, die multizentrisch jederzeit zur Anwendung kommen könnten. Außer der Mitführung einer mobilen Waage und eines Maßbandes entsteht kein weiterer Aufwand. Die Messung der Mobilität mit dem „Timed up and Go“-Test ist ebenso in jeder Lokalisation leicht durchführbar. Die Generierung der invasiv bestimmten Parameter war in Klinik und Ambulanz aufgrund der wegen des Alltagsbetriebes vorhandenen Infrastrukturen nicht kompliziert. Im routinemäßig abgenommenen Blut wurden die für *geroMAT* benötigten Parameter der Laboranforderung (per Mausklick im PC) hinzugefügt. Problematischer gestaltete sich die Erhebung im Altenheim, da das nötige Fachpersonal zur Blutentnahme fehlte. Die Autorin

benötigte dazu die Hilfe einer Ärztin der Arbeitsgruppe. Auch die Lagerung und der Versand (vorherige Etikettierung, Transport zum Klinikumslabor) verursachte einiges an Aufwand. Aus diesem Grund sollte vor dem Einsatz von *geroMAT* an unterschiedlichen Standorten abgeklärt werden, ob Blutentnahmen regelmäßig, d.h. ohne Zusatzaufwand, durchgeführt werden. Für *geroMAT* sollten keine über die normale Befunderhebung hinausgehenden, invasiven Methoden nötig sein. Das entwickelte Modell könnte dann sowohl bei Aufnahme, aber auch im Langzeitmonitoring von Ernährungsinterventionen angewandt werden.

Aufgrund seines Anspruchs interdisziplinär und schnell durchführbar zu sein, sollte *geroMAT* möglichst simpel sein. Wie zuvor erläutert beruhte die Generierung der für *geroMAT* nötigen Features, bei Erfüllung der Voraussetzungen (Labor), auf relativ einfachen Methoden. Dadurch würde eigentlich die berufsgruppenunabhängige Anwendung möglich. Kritisch zu betrachten war dabei, dass zur richtigen Einschätzung der Features „Depressionen“ und „Subjektive Einschätzung durch den Untersucher“ eigentlich geschultes Personal benötigt wurde (Psychologe/Neurologe bzw. Ernährungsfachkraft). Beim „Timed up and Go“-Test ginge es primär um die fachgerechte Erläuterung und Durchführung des Tests. Deshalb sollten Anwender von *geroMAT* zumindest im Ablauf bzw. der Beurteilung dieser Größe(n) eingewiesen sein. Die generelle Verwendung des *geroMAT*-Modells ließe sich leicht in z.B. eine Pflegeschulung integrieren. Zudem wird die weitere Entwicklung der *geroMAT*-Software dem Programmierer zur Folge die einfache Bedienung (Klicks) mit Buttons, Reglern und verschiedensten Auswahlmöglichkeiten zulassen. Unterstützt würde diese Einfachheit zunächst durch die Entwicklung eines BASIS-Scores („*IST*“-*Ernährungszustand*) (Kap. 4.4.5, BASIS-Score). Mit Hilfe eines Zahlenscores (metrische Skalierung) würde dieser eine (eindeutige) Aussage über den Ernährungszustand des untersuchten Seniors zulassen und ihn in einen konkreten (Handlungs-) Textbaustein (z.B. „Achtung, bestehendes Risiko“, „Intervention einleiten!“) umwandeln.

In Zeiten steigender Gesundheitskosten durch eine immer älter werdende Gesellschaft (Kap.1) muß immer auch der ökonomische Faktor neuer Verfahren betrachtet werden. Apparative Anschaffungen wären für *geroMAT* nur bei der Wahl Option „Bioelektrische Impedanzanalyse“ („*Zusatz*“-Feature) nötig. Die für die weiteren Methoden verwandten Gerätschaften, nämlich eine Waage, ein Maßband und eine Stoppuhr, waren (normalerweise) in allen Einrichtungen dem Routinebetrieb zu entnehmen, weshalb davon ausgegangen werden kann, das dafür keine besonderen Ausgaben anfallen sollten. Die Analytik der benötigten Parameter wurde teilweise (Hämoglobin, C-Reaktives Protein) sowieso in der allgemeinen „Senioren“-Anamnese durchgeführt und verursachte keine Mehrkosten. Nur Albumin und (gesamt-)Thyronin mussten gesondert bezahlt werden. Dem zur Folge wäre zu überlegen, innerhalb der weiteren Entwicklung von *geroMAT*, die nicht der Routine zufallenden Analyte, nach und nach durch nicht invasive, kostengünstigere Variablen zu ersetzen.

Ähnlich gestaltete es sich mit dem Faktor „Zeit“. Auch hier sollten die zeitintensiven Verfahren, wie das Ernährungsmuster (*HKF/M.G8*) bzw. die Flüssigkeitsaufnahme eventuell modifiziert werden. Die formulierten *geroMAT*-Modelle (*Modell I/II*) ist in seiner aktuellen Form noch zu zeitraubend und erfüllt den Anspruch nicht länger als eine gründliche körperliche Untersuchung zu dauern, (noch) nicht. Neben den oben erwähnten Methoden war dafür vor allem die Tatsache verantwortlich, dass auf die Laborwerte gewartet werden musste. Dies dauerte teilweise bis zu zwei Tage. Für die Akutbehandlung oder eine Entscheidung für/gegen eine Ernährungsintervention bei Erstaufnahme war dieser Zeitraum zu lange. Langzeitinterventions-Monitoring war dagegen häufig nicht so stark von einer zeitnahen Erhebung abhängig. *geroMAT* sollte möglichst in einer Sitzung, ohne längere Wartezeiten, evtl. sogar nur aus sowieso für die Akte angeforderten (Labor-) Angaben, generierbar sein. Hierzu werden noch Modifikationen nötig sein.

Die Dokumentierbarkeit der durchgeführten Sitzungen, ob einzeln oder im Verlauf, ist als fester Bestandteil von *geroMAT* in Planung. Grafiken zum Gewichtsverlauf und die Darstellung der Entwicklung der Scores (zunächst nur des BASIS-Scores: „Ist“-Zustand) würden zuverlässig und druckfertig zur Verfügung stehen. Sie könnten für Meetings, das Gespräch mit dem Patienten oder zur interprofessionelle Vernetzung genutzt werden. Letztendlich sollten sie fester (ernährungsdiagnostischer) Bestandteil der normalen Patienten-Fall-Dokumentation (ob am PC oder in der Akte) werden.

Die Analysen der Studiendaten zeigten auf, dass es sinnvoll ist, eine subjektive Korrekturmöglichkeit zu besitzen, die auf dem diagnostischen Blick und der Erfahrung von Fachpersonal beruht. Die Justierung sollte in *geroMAT* mit Hilfe eines „Reglers“ ermöglicht werden. Fachpersonal hätte die Möglichkeit, eine Einschätzung aufgrund der „Erscheinung“ abzugeben. Würde ein Patient nicht von entsprechendem Fachpersonal untersucht, könnte ein geschulter Mitarbeiter nach Patientensichtung regulierend eingreifen. In beiden Fällen wäre es nötig, eine Kommentarspalte in *geroMAT* zu integrieren, um gefällte Veränderungen fachlich und für alle Berufsgruppen einsehbar zu begründen.

Die zuletzt an *geroMAT* gestellte Anforderung war dessen Zeitgemäßheit. Aufgrund der Tatsache, dass *geroMAT* ein computergestütztes Assessment-Tool werden soll, wurde diesem Anspruch Folge geleistet. Zudem wird laut Programmierer eine Einspeisung großer Datenmengen in das System möglich sein. Alle Eingaben werden optional verschlüsselbar (ID-Vergabe) sein. Die zur Berechnung einzelner Features, z.B. des BMI (aus Gewicht und Größe) oder des Endscores nötigen Algorithmen, werden nur im Hintergrund ablaufen. Innerhalb der weiteren Entwicklung sollte *geroMAT* mit entsprechenden Handlungshinweisen oder Links, d.h. mit dem Internet, verbunden werden.

### Modelle I und II

Die Risikobewertung mit dem *Modell I* schnitt signifikant gut ab. Der Ausdruck „*Modell I*“ stand dabei für die Vorhersage des Mangelernährungsrisikos nach „RiskMal“. Das *Modell II* zeichnete die Verteilung des MNA<sup>®</sup> bisher nur bedingt ab. Modifikationen, Erhöhung der Fallzahl(en) und die Homogenität der MNA<sup>®</sup>-Klassen sind in Zukunft nötig.

Das *Modell II* sollte den Ernährungszustand nach dem MNA<sup>®</sup> beschreiben und basierte auf einer Linearen Regression. Die ausgewählten Features sagten das MNA<sup>®</sup> letztendlich recht gut voraus. Die Features schienen den Auswertungen aus Kap. 4.4.3 nach zwar auf jeden Fall ausreichend für eine Klassifikation (*Modell I*, SVM: *auROC*=.739, BLR: *auROC*=.795), nicht aber für ein gutes Ergebnis innerhalb eines linearen Regressionsmodells, das die Ursprungsvariable (MNA<sup>®</sup>) vorhersagt. Deshalb wurde der Versuch unternommen, die Modellgüte weiter zu verbessern, indem mögliche, weitere Parameter zur Aufnahme in *Modell II* (maschinell) aufgespürt wurden. Mit Hilfe einer *Feature Subset Selection* wurden einige Variablen benannt (Anhang VZ.4, Information Gain, Greedy). In der ein oder anderen könnten noch wichtige Informationen für die Regression stecken. Die Endkorrelation(en) („FSS“) mit einem Korrelationskoeffizienten größer 0,6 zeigte(n) in beiden Fällen (*MI/MI*) eine deutliche Verbesserung der Modellgüte an. Nach Überprüfung der ernährungswissenschaftlichen Relevanz sollten evtl. einzelne als ergänzende Features der *geroMAT*-Entwicklung zugeführt werden. Sie könnten in Entwicklungs- und Interventionsstudien berücksichtigt und so ein immer aussagekräftigerer **E (Ernährungszustands)-Status** konstruiert werden.

*geroMAT* sollte im weiteren Verlauf an anderen, geriatrischen Kollektiven getestet werden, u.a. auch an solchen schlechteren Gesundheitszustandes oder höheren (Durchschnitts-) Alters. Dann sind wahrscheinlich häufigere Zuordnungen zum MNA<sup>®</sup>III (schlechter Ernährungszustand) zu erwarten. In dieser Studie war die Klasse des MNA<sup>®</sup>III mit 5% verschwindend gering und ließ keine detailliertere Auswertung zu. Genau in diesem Umstand lag auch die Problematik. Die genaue MNA<sup>®</sup>-Vorhersage kann eigentlich erst zu einem Zeitpunkt in einem gültigen Modell bestätigt werden, an dem ausreichend „Klasse III“-Senioren untersucht wurden, d.h. die Klassenbreite (I vs. II vs. III) annähernd homogen verteilt ist.

### geroMAT und MNA<sup>®</sup> im Vergleich

*geroMAT* könnte in seiner weiterentwickelten Form dem MNA<sup>®</sup> Konkurrenz machen. Unterschiedliche Scores messen zumeist verschiedene Aspekte eines multidimensionalen, komplexen Phänomes (des Ernährungszustandes). Deshalb sind sie nur schwer vergleichbar.

11 (44%) Parameter aus *geroMAT* waren auch im MNA<sup>®</sup> enthalten. Im Fall der Flüssigkeitsaufnahme, der Mobilität oder der Lebenssituation allerdings in nicht so differenzierter Weise. Bei diesen beiden Features lag der Vorteil in der Detailliertheit (der Abfragbarkeit) in *geroMAT*. Bei der psychischen

Situation wurden im MNA<sup>®</sup> Depressionen und Demenzen gleich bewertet. Nach der vorliegenden Untersuchung bestand in dieser Stichprobe aber kein nennenswerter Zusammenhang zwischen der Kognition (MMSE) und dem Ernährungsstatus. Das Feature „Depressionen“ dagegen bestand die Analysen und war in *geroMAT* aufgenommen worden. Die anderen sieben Variablen wurden in beiden Assessments ähnlich gründlich erhoben. Zwei weitere der MNA<sup>®</sup>-Items (Gewichtsverlust in 3 Monaten, Oberarmumfang) waren in den „Zusatz“-Features von *geroMAT* wieder zu finden, könnten also bei Bedarf gewählt werden. Der MNA<sup>®</sup> fragte über *geroMAT* hinaus noch Hautprobleme, die Anzahl der Hauptmahlzeiten und akute Krankheit bzw. Streß ab. Diese Fragestellungen hatten in den hier angestellten Auswertungen keinerlei Relevanz bei der Beurteilung des Ernährungszustandes. Einen klaren Vorteil *geroMAT*'s gegenüber dem MNA<sup>®</sup> stellte die genaue und für den Ernährungsstatus äußerst wichtige Abfrage der Lebensmittelzufuhr (*HKF/M.G8*) in ihrer für Senioren modifizierten Form dar. Im MNA<sup>®</sup> wurden speziell die großen Eiweißträger, sowie Obst und Gemüse dokumentiert, es entstand aber kein Überblick über die Ernährungspräferenzen. Es sei zu erwähnen, dass im MNA<sup>®</sup> die Selbsteinschätzung des Probanden im Bezug auf seinen Ernährungs- und Gesundheitszustand zum Tragen kommt. Den Spezifikationsanalysen der vorliegenden Studie zugrunde liegend war die Fremdeinschätzung durch den Untersucher die aussagekräftigere Methode (Tab. 4.39) und deshalb in *geroMAT* eingeschlossen worden. Damit waren in *geroMAT* mehr als doppelt so viele Informationen (optional) erhoben worden als im MNA<sup>®</sup>, die zumeist sowieso im Anamnese-Vorgang erhoben werden. Weiter standen dem Untersucher Optionen zur Ergänzung und Einleitung/Beobachtung von Interventionen zur Verfügung. So könnten im Falle einer Mangelernährung passende Interventionsmaßnahmen direkt aus den Informationen abgeleitet und gemonitored werden. Das machte *geroMAT* genauer.

Zukünftig soll *geroMAT* noch zeitgemäßer und praktikabler werden, was es deutlich von der Anwendung des MNA<sup>®</sup> abgrenzen würde. Hierzu wäre geplant, *geroMAT* „Panel“-fähig zu machen. Die kleinen Panels sollten in die Kitteltasche passen und eine Eingabe der abgefragten Parameter direkt am Patientenbett, sozusagen als „Bedside“-Methode, möglich sein. Die Mobilität und ständige Einsatzbereitschaft der Panels wäre ein weiterer Vorteil gegenüber der Erfassung in MNA<sup>®</sup>-Formularen. Außerdem sollte die Weiterentwicklung von *geroMAT* beinhalten, dass automatisch Interventionsmaßnahmen vom System vorgeschlagen werden, die dann dem Pflegepersonal, dem Patienten und den Angehörigen zur Verfügung stehen. Mit *geroMAT* stünde auch Senioreneinrichtungen ein Instrument zur Verfügung, mit dem die Erfassung des Ernährungszustandes und der daraus abgeleiteten Therapie(n) papierlos dokumentiert werden könnten.

### Validierung

Die in dieser Studie aufgestellten Modelle (*I/II*) sollten in einem weiteren, zukünftigen Schritt gezielten Validierungsphasen unterzogen werden, in denen überprüft werden muß, ob *geroMAT* den

ihm zgedachten Zweck (Vorhersage des Ernährungszustandes) erfüllt. Hierfür wäre denkbar, das „neue“ *geroMAT* einer breiten Öffentlichkeit, z.B. durch freie Zugänglichkeit im Internet, anzubieten und so die Datensatzgröße zur Validierungszwecken erheblich zu steigern.

Validiert wird immer mit einem weiteren Erhebungsinstrument (*hier*: MNA<sup>®</sup>). Wie oft in der Ernährungsforschung fehlt dabei der „Gold-Standard“, d.h. es ist kein Tool verfügbar, dass den Ernährungszustand von Senioren ohne Abweichung(en) von der Realität wiedergeben könnte. Deshalb wird in der Ernährungsepidemiologie ein neues Verfahren (*hier*: Modelle I+II, zur Vorhersage von „RiskMal“/MNA<sup>®</sup>) gegen ein älteres, etablierteres (*hier*: MNA<sup>®</sup>) validiert (relative Validität). Das Validierungsverfahren dient der Ermittlung der Fehlerbeziehung zwischen Test- (*hier*: Modelle I+II) und Referenzmethode (*hier*: MNA<sup>®</sup>). Über- oder Unterschätzungen und Fallverzerrungen („Miss-classifying“) könnten so aufgedeckt werden.

**Fazit:** Geeignete Validierungsstudien für *geroMAT* sollten zukünftig durchgeführt werden.

### Zusammenfassung

Ziel/Fragen: Grundsätzliches Ziel der Gesamtstudie „geroMAT“ war die Entwicklung eines Modells zur Vorhersage des Ernährungszustandes einer geriatrischen Studienstichprobe auf Grundlage der Ergebnisse der Teiluntersuchungen *TI-TIII*. Das so generierte Modell sollte als Vorlage der *geroMAT* – Version. Alpha-02 und Fundament der BASIS-Score- (=„Ist“-Ernährungsstatus) Formulierung dienen.

Studienaufbau/Methoden: Die große Datenmenge wurde in einer Übersicht geordnet, fehlende Werte durch *Imputation* mittels *Expectation-Maximization-Algorithmus* ergänzt, Fremd- und Selbsteinschätzung(en) des Ernährungszustandes in Beziehung zum MNA<sup>®</sup> betrachtet. In den Teilstudien *TI-TIII* durch Korrelationsanalyse(n) separierte Variablen (Spearman,  $r > 0,2$ ,  $p < 0,05$ ) wurden zu einem *Modell-Erstentwurf* zusammengefasst. Die *Einzel-Features* des Modell-Erstentwurfs wurden auf ihre korrekte Auftrennung der Klassengrenzen nach „RiskMal“ (0=kein Risiko, 1=Risiko) hin überprüft, d.h. eine *Receiver Operating Characteristic* berechnet und die Rangfolge der (auftrennenden) Features grafisch dargestellt. Aus den *Einzel-Features* wurde das *Modell I* (Vorhersage des Risikokriteriums „RiskMal“) zusammengefasst. Eine *Binäre Klassifikation (Support Vector Machine)* wurde mit allen, dem Modell I und den in einer *Feature Subset Selection* ausgewählten Parametern durchgeführt und in einer *Binär Logistischen Regression* überprüft. Zu späteren Vergleichszwecken wurden erst sämtliche in der Studie erhobenen Variablen („All Features“) in einer *5-Felder-Kreuzvalidierung* und anschließender *Linearer Regression* trainiert und getestet, Korrelation und quadratischer Fehler bestimmt. Aus dem *Modell-Erstentwurf* wurde ein weiteres *Modell II* (Vorhersage der Ursprungsvariable MNA<sup>®</sup>) generiert und denselben Analysen unterzogen. In einem Versuch die Modellgüte weiter zu verbessern, wurde mit den „All Features“ auch hier eine *Feature Subset Selection* ausgeführt. Die so gewählten Features („Feature Selection“) wurden analysiert und bewertet. Abschließend erfolgte eine grobe Betrachtung der „Zusatz“-Features, sowie ein erstes Ranking zur Entwicklung eines BASIS-Scores.

Resultate: Der gesamte Datensatz (45.843) beinhaltete Erhebungen der Neurologie (37.206), der Inneren Medizin (2.493) und des Altenheims (6.144). Alle Analysen wurden nach *Imputation* mit vollständigen Datensätzen durchgeführt. Die Einschätzung des Ernährungszustandes durch den Untersucher erwies sich als aussagekräftiger (Sensitivität: 70%, Spezifität: 68%, PPV: 62%, NPV: 75%, *auROC*=.696) als die Selbsteinschätzung durch den Teilnehmer (Sensitivität: 68%, Spezifität: 55%, PPV: 21%, NPV: 91%). Bei den in *TI-TIII* gewählten *Einzel-Features* (N=25) und „Zusatz“-Features (N=12) wurde „RiskMal“ v.a. durch den TUG<sup>1</sup> (*auROC*=.773), das Hb<sup>2</sup> (*auROC*=.740), den HKF/M.G<sup>3</sup> (*auROC*=.713) und den Barthel-Index (*auROC*=.701) aufgetrennt. Restliche Features lagen in Bereichen zwischen *auROC*  $\geq .500$  bis  $\leq .700$ . Somit sagte *Modell I* „RiskMal“ gut voraus (SVM: *auROC*=.739, BLR: *auROC*=.795, MAE<sup>4</sup>=0,2600).

---

<sup>1</sup> Timed-up-and-Go-Test  
<sup>2</sup> Hämoglobin

<sup>3</sup> Hohenheimer Kurzfragebogen/Modell.Geriatric 8  
<sup>4</sup> Middle Absolute Error = Mittlerer absoluter Fehler

Die Vorhersage des MNA<sup>®</sup> anhand aller erhobenen Features („All Features“) war signifikant ( $r=0,5699$ ,  $MQE^1=2,3561$ ). Die Korrelation des *Modells II* fiel etwas niedriger aus ( $r=0,517$ ,  $MQE=2,2409$ ) und war nicht so aussagekräftig wie *Modell I*. Die beste Einschätzung konnte auch hier mit den Features aus der Subset Selection erzielt werden ( $r=0,663$ ,  $MQE=2,211$ ).

Diskussion: Die *Modelle I/II* erreichten die anfangs an die geroMAT-Entwicklung gestellten Anforderungen größtenteils. Nach Klärung infrastruktureller Gegebenheiten wäre geroMAT multi-zentrisch einsetzbar - für Erstuntersuchungen und Langzeitmonitoring. Nach Einweisung in fachspezifische Fragestellungen und die Deutung des BASIS-Scores wäre geroMAT einfach und interprofessionell anwendbar, der materielle und finanzielle Einsatz überschaubar. Kritisch zu bewerten war der (bisherige) Zeitaufwand der Erhebung, zukünftige Modifikationen sollten diesen reduzieren. geroMAT besitzt Möglichkeiten der Dokumentation und Reproduktion von Sitzungen, die Möglichkeit der Feinjustierung des Ernährungszustandes und zeitgemäße, da computergestützte, Bearbeitungs- und Speichermodi. Die Features der *Modelle I/II* waren sehr gut für eine Klassifikation („RiskMal“), aber nur ausreichend für ein Lineares Regressionsmodell (MNA<sup>®</sup>) geeignet. Durch Feature Selection konnten Parameter zur Verbesserung des *Modells II* ermittelt werden. Nach Prüfung ihrer ernährungswissenschaftlichen Relevanz könnten sie in weitere Entwicklungen einfließen (Voraussetzung: homogene Klassenbreite). 44% der für geroMAT gewählten Features waren gleichzeitig Teil des MNA<sup>®</sup>. Variablen, die im MNA<sup>®</sup>, aber nicht in geroMAT vorkamen, zeigten in dieser Stichprobe keinen Zusammenhang zum Kriterium. Darüber hinaus war geroMAT detaillierter, speziell auf dem Gebiet der Lebensmittelerfassung (*HKF/M.G8*). In geroMAT stehen Optionen zur Wahl, aus denen individuelle Interventionsmaßnahmen abgeleitet werden könnten, dokumentierte Informationen waren meist Bestandteil des normalen Anamnese-Vorgangs. Diskutiert wurde der Einsatz von geroMAT in mobilen Panels zur papierlosen, manuellen Eingabe am Patientenbett.

Schlussfolgerung/Ausblick: Das Studienziel, d.h. die Identifikation von Indikatoren der Mangelernährung, umgesetzt durch die Formulierung eines bzw. mehrerer Modelle zur Bewertung des Ernährungszustandes, konnte damit erreicht werden. Weitere Entwicklungsstudien zur Modellverbesserung, der Formulierung eines BASIS-Scores und zu Validierungszwecken sollten folgen. Dafür wären sowohl homogene Seniorenkollektive (d.h. einer Fachrichtung) als auch ein Querschnitt durch alle Bereiche der Geriatrie geeignet.

---

<sup>1</sup> Middle Quatratic Error = Mittlerer Quatratischer Fehler

### 5 Limitierungen der Studie

#### Fehlermöglichkeiten

*Fehlerkontrolle:* Mögliche Fehlerquellen wurden versucht so gering wie möglich zu halten. So wurden an den jeweiligen Studienstandorten die Teilnehmer zufällig rekrutiert. Confoundereffekte wurden durch die Definition von Ein- und Ausschlusskriterien verringert. Die Studienstichprobe wurde in den Auswertungen der Teilstudien *TI-TIII* immer im Gesamten, aber auch nach Geschlecht und Alter (Dekaden) geschichtet betrachtet.

*Selektions-BIAS:* Trotzdem war die Zusammensetzung nicht ganz beliebig. Durch die nicht ausschließlich zufällig ausgewählte, da durch die Bestimmung der Standorte vorselektierte Studienpopulation (Neurologie, Innere Medizin, Altenheim-/Pflegeheim) aus der Zielpopulation (geriatrische Gesamtbevölkerung des Alb-Donau-Kreises) könnten sich Auswahlverzerrungen in das Gesamtergebnis fortgesetzt haben. So wurden im Fall der neurologischen Patienten stark kognitiv eingeschränkte Interessenten nicht in die Untersuchung eingeschlossen (*Membership-BIAS*), obwohl die aktuelle Literatur zu dem Entschluß kommt, dass diese Population zu den stark Exponierten gerechnet werden muß. Aufgrund des nachlassenden Mitteilungs-/Konzentrations- und Erinnerungsvermögens dieser Patienten hätte die vorgelegte Studie in diesem Umfang jedoch nicht durchgeführt werden können. Desweiteren sagten Personen ohne bekannte Mangelercheinungen oder Leidensdruck seltener einer Studienteilnahme zu, wodurch evtl. vorhandene Mängel unentdeckt geblieben sein könnten (*Response-BIAS*).

*Informations- BIAS:* Während der Durchführung der Studie könnten *Fehlklassifikationen* („Risk-Mal“, MNA<sup>®</sup>I-III) im Bezug auf die (Mangelernährungs-) Exposition stattgefunden haben. Fehlinterpretationen oder Erhebungsungenauigkeiten durch Fehlinformationen durch den Patienten könnten dazu beigetragen haben. Grund hierfür sind u.a. Selbsttäuschungen infolge Wunschenkens (z.B im Bezug auf die Aufnahme „gesunder“ Lebensmittel) oder aber gewollte Fremdtäuschung. Daten der Auswertung könnten zudem durch Störparameter verzerrt worden sein (*Confounding-BIAS*). Confounding bei der Datenauswertung kann die Effektvermischung eines potentiellen Risikofaktors durch eine andere Variable verursachen, die auch in einem Zusammenhang zur Zielgröße steht (d.h. eine zwar existente, aber nicht untersuchte Assoziation).

Die Datenbanken (Access, SPSS) dieser Untersuchung wurden mehrfach durch unterschiedliche Personen (Autorin, Medizinische Dokumentarin) gemonitored. Trotzdem könnten sich aufgrund des großen Datenumfangs Fehler im „*Clinical Monitoring*“ eingeschlichen haben. Hierbei wären Doppelseingaben oder Übertragungsfehler aus Originalbelegen (BIA, Routine-/Speziallabor, Ergebnisbericht der buccalmukösen Analytik) in die CRF („Case-Report-Form“) oder aus der CRF in die Datenbank möglich.

## Limitierungen der Studie

---

### Probleme der Teilstudien

Generelle Fehler in den Teilstudien *TI-III* könnten z.B. durch Materialunterschiede der BIA-Elektroden, Mängel der Frische der zur Analyse verwendeten Chemikalien oder unbemerkt hämolytierte bzw. lipämische Blutproben entstanden sein. Darüber hinaus wurden das Routine-/und Speziallabor, sowie die Analysen der Bukkalmukosa an auswärtige Labore vergeben. Mögliche Fehlerquellen derer Methoden konnten nicht überprüft oder diskutiert werden. Bei den meisten erhobenen Parametern handelte es sich um die Anwendung reiner Fragebogenmethoden, bei denen Angaben durch selektive Wahrnehmung verfälscht gewesen sein könnten (s. *Informations-BIAS*). In dieser Untersuchung wurden Interaktionen zwischen Variablen oder zwischen Variablen und Medikationen bzw. Morbiditäten nicht detailliert, sondern nur im Zusammenhang mit der Mangelernährung betrachtet. Alles Weitere hätte den Rahmen der eigentlichen Fragestellung gesprengt. Solche Zusammenhänge zu bewerten könnte Ziel zukünftiger Arbeiten sein.

### Bemerkung zu den Korrelationen

Die Auswertung der einzelnen Variablen im Bezug auf ihren Zusammenhang zum Zielkriterium „RiskMal“ erfolgte zunächst nach der Methode von Spearman. Eine schwache Korrelation wurde schon bei  $r_s=0,2-0,3$  ( $p<0,05$ ) angenommen. Die Zusammenhänge waren teilweise geringer als erwartet bzw. als aus der Literatur bekannt. Die Gründe dafür können unter den jeweiligen Diskussionen nachgelesen werden. Trotzdem konnten aus über 300 Attributen 25 Variablen und 12 Zusatzparameter für weitere Analysen selektiert werden. Die Auftrennung des Mangelernährungsrisikos (Risiko/kein Risiko) war dennoch gut ( $auROC's>0,5$ ), die Auswertung der *Modelle I/II* (SVM-Analyse/Lineare Regression) ergab letztendlich gute bis sehr gute Vorhersagewerte, sowohl für „RiskMal“ als auch das MNA<sup>®</sup>. Weitere Validierungsstudien an unterschiedlichen geriatrischen Populationen sollten die Zusammenhänge prüfen.

### Methodendiskussion

Die angewandten Methoden zur Ermittlung der „End“-Modelle für *geroMAT* wurden von einem Bioinformatiker mit Hilfe einer der Autorin gänzlich unbekanntem Software und Verfahren des „Machine Learnings“ durchgeführt. Aufgrund ihrer Komplexität waren eventuell entstandene Fehler in deren Anwendung für die Autorin kaum diskutierbar. Der Bioinformatiker testete zur Sicherheit alle Modelle drei Mal.

### 6 Ausblick

#### Weiterentwicklung und Validierung der Modelle I und II

Angestrebt werden sollte hierbei die möglichst präzise, systematische Erhebung und Bewertung des Ernährungszustandes der Senioren. Dabei sollte auf eine „optimierte“ Zusammensetzung der Kollektive geachtet werden. Denkbar wäre zum einen die vergleichende Betrachtung von Stichproben verschiedenster Fachbereiche um ganz spezifische Frage-/und Problemstellungen bzw. Marker isoliert bewerten zu können. Daneben könnte ein Querschnitt durch die Allgemeingeriatrie (geriatisches Krankenhaus, Bevölkerung) prinzipielle Auskünfte über diesen Personenkreis liefern. Im Internet könnte *geroMAT* dazu einer breiten Masse von Senioren angeboten werden (Kap. 4.4.6, Validierung). Auch die Clusterung nach Alter, Geschlecht oder Lebenssituation könnte dazu beitragen, die Qualität und Aussagekraft von *geroMAT* weiter zu verbessern. Aus statistischen Gründen sollte die MNA<sup>®</sup>-Verteilung annähernd homogen gestaltet sein, erreichbar durch eventuelles *Vorscreening*.

#### Score-Formulierung in *geroMAT*

In der vorliegenden Arbeit wurde schon Vorarbeit in Form eines groben Feature-Rankings für die Formulierung eines Zahlenscores in *geroMAT* geleistet (Kap. 4.4.5). Zunächst sollte hieraus der BASIS-Score entwickelt werden, der den „*IST*“-Zustand (*E-Status*) der Ernährungssituation beschreibt. Basierend auf weiteren Studien könnte ein PROGNOTISCHER Score, mit dem die Entwicklung des *zukünftigen* Ernährungszustandes abschätzbar würde, generiert werden. Dieser könnte sowohl als Diagnostik-, als auch als Therapie-Score nutzbar gemacht werden. Subjektive Modifikationen sollten möglich sein. Durch Addition des BASIS- mit dem PROGNOTISCHEN-Score entstünde so der *geroMAT*-Gesamtscore, der dem medizinischen Personal umfangreiche Informationen liefern würde.

#### Optimierung der Softwaremaske (*View-Ebene*)

Bei der entgeltigen Entwicklung der View-Ebene des *geroMAT* sollten einige Anpassungen durchgeführt werden. So sollten Verlaufs- und Erfolgskontrollen anhand übersichtlicher Sitzungsübersichten (diverser Zeiträume) schnell abrufbar sein. „*Hinweis*“- und „*Therapie*“-Fenster würden die Handhabung optimieren und das medizinische Personal für das Thema Mangelernährung sensibilisieren (*Ziel*: Schärfung des Problembewußtseins). Die Fenster könnten Übersichten über für die Deckung bestimmter (Nährstoff-) Defizite geeigneten Lebensmittel liefern, Empfehlungen zu enteraler oder parenteraler Ernährung aussprechen oder mit geeigneten Links auf Leitlinien- und Fachgesellschaften hinweisen. Bei Erreichen eines schlechten Scorewertes könnten sie einen Hinweis auf mögliche Ursachen liefern und mit Handlungsempfehlungen verknüpfen. Alle Aktivitäten im Rahmen einer Intervention sollten ohne Aufwand dokumentierbar, eine Evaluation möglich sein.

### Prüfung der Praktikabilität und Funktionalität des Vorhabens

Probleme, z.B. infrastruktureller Art, die während weiterer Studien zu *geroMAT* auftreten, sollten generell dokumentiert und diskutiert werden. Weiter könnten bei der weiteren Studienplanung auch immer folgende Fragen beurteilt werden:

- Welche Probleme ergeben sich bei der Erhebung innerhalb eines alternden Personenkreises?
- Welche personellen Voraussetzungen bedarf die entwickelte Form des Assessments?
- Wie kann eine funktionelle „Ernährungs“-Infrastruktur auf ambulanter/stationärer Ebene geschaffen werden?
- Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, wer informiert sein, damit ein solches Assessment routinemäßig genutzt wird?
- Wie können diagnostische Verfahren weiter komprimiert, die Dauer des Assessments verkürzt werden?

**Fazit:** Oberstes Ziel der *geroMAT*-Entwicklung sollte es sein, dem medizinischen Personal ein Assessment-Tool an die Hand zu geben, das eine schnelle, effiziente Erfassung des Ernährungsstatus von Senioren möglich macht, ohne eine Vielzahl biochemischer Tests und aufwendiger Verfahren durchführen zu müssen.

### 7 Zusammenfassung

Einleitung: Weltweit ist ein demografischer Wandel der Bevölkerung zu beobachten, so auch in Deutschland. Spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der geriatrischen Diagnostik und Therapie werden an Wichtigkeit gewinnen. Dabei kommt der Bestimmung des Ernährungszustandes durch entsprechendes Screening- und Assessment eine besondere Bedeutung zu. Herkömmliches Assessment entspricht meist Fragebogenmethoden.

Ziel/Fragestellung: Im Fokus stand die Entwicklung einer Software (*geroMAT-Malnutrition Assessment and Therapy for gerontologic patients*) zur Ermittlung des Ernährungsstatus von Senioren, eine Art „Führungsinstrument“ für Diagnostik und Intervention.

Methoden: Die Untersuchung war offen, kooperativ-multizentrisch, sowie klinisch-experimentell angelegt. In drei Teilstudien (*I*: Eignung des MNA<sup>®</sup> als Referenzmethode; *II*: Anthropometrie, Biochemie, Körperzusammensetzung; *III*: Ernährungsmuster, Nahrungsaufnahme, nicht-nutritive Faktoren) wurden zunächst Indikatoren der Mangelernährung selektiert und in einer Endanalyse das *Modell I* (Vorhersage eines Mangelernährungsrisikos) bzw. das *Modell II* (Vorhersage des MNA<sup>®</sup>) zur Nutzung in *geroMAT* entwickelt.

Ergebnisse: Die Prävalenz der Mangelernährung lag in dieser Stichprobe bei 5%, ein Risiko bestand bei 44%, wobei 51% normal ernährt waren. Aufgrund der Inhomogenität in der Klassenbreite bei der Beurteilung anhand des MNA<sup>®</sup>, erfolgte die Formulierung einer dichotomen Risikovariable („Risk - Mal“, homogen). Insgesamt konnten 25 Features und 12 (optionale) „Zusatz“-Features aus den Teilstudien *I-III* generiert und zur weiteren Analyse eingesetzt werden. Das *Modell I* sagte „RiskMal“ zuverlässig voraus ( $auROC=0,739$ ). Mit dem *Modell II* wurde das MNA<sup>®</sup> zunächst recht gut prognostiziert ( $r=0,5167$ ), die Modellgüte konnte sowohl für das *Modell I*, als auch für *Modell II* durch die in einer Feature Subset Selection ausgewählten Parameter noch weiter verbessert werden (*I*:  $r=0,822$ ; *II*:  $r=0,6634$ ).

Diskussion: Die *Modelle I/II* erreichten die zu Entwicklungsbeginn an *geroMAT* gestellten Anforderungen. *geroMAT* wäre den Features zur Folge multizentrisch einsetzbar, simpel erlern- und bedienbar, dokumentier- und reproduzierbar, interprofessionell und ohne großen finanziellen Aufwand durchführbar, sowie zeitgemäß. Der Vorteil des *geroMAT* gegenüber dem MNA<sup>®</sup> lag in seiner Detailliertheit und der Wahlmöglichkeit weiterer Optionen, der Erfassung dokumentierter Informationen aus dem normalen Anamnese-Vorgang und der Einleitung bzw. des Monitorings individueller Interventionsmaßnahmen.

Schlussfolgerungen: Das Studienziel der Indikatorenidentifikation und Modellentwicklung wurde erreicht. Weitere Entwicklungs- und Validierungsstudien sollten bis zum endgültigen Einsatz von *geroMAT* folgen.

#### **Schlüsselbegriffe:**

Mini Nutritional Assessment - Modellentwicklung - Ernährungsmuster - Mangelernährung - *geroMAT*

### 8 Summary

**Introduction:** Worldwide a demographic change of population is to be observed, thus also in Germany. Special expertise in geriatric diagnostics and therapy will gain in importance. Thereby, a special relevance comes up to determination of nutritional status by corresponding screening and assessment. Conventional assessment mostly equates to questionnaire methods.

**Purpose/Question:** Focus was on developing a software (*geroMAT*-Malnutrition Assessment and Therapy for gerontologic patients) for identification Senior's nutritional state, a kind of "management tool" for diagnostics and intervention.

**Methods:** Investigation was open, cooperative and multi-centric, as well as clinical-experimentally invested. In three partial studies (*I*: Suitability of the MNA<sup>®</sup> as a reference method; *II*: Anthropometry, biochemistry, body composition; *III*: Food patterns and intake, not-nutritive factors) indicators of malnutrition were initially selected. In a final analysis *Model I* (prognosis of malnutritional risk) and accordingly *Model II* (prognosis of the MNA<sup>®</sup>) have been developed for their use in *geroMAT*.

**Results:** Prevalence of malnutrition was (in this random sample) 5%, 44% were at risk and 51% were well nourished. Due to inhomogeneity in class range by assessment with the MNA<sup>®</sup>, modelling of a dichotomic risk variable ("RiskMal", homogeneous) occurred. All up 25 features and 12 (optional) additional items from the partial studies *I-III* could be generated and attached to further analysis. *Model I* prognosticated "RiskMal" reliably (*auROC*=.739). Although firstly *Model II* predicted MNA<sup>®</sup> well (*r*=0,5167), model quality could be improved even further by the well-chosen parameters of a feature subset selection for Models *I* and *II* (*I*: *r*=0,822;*II*: *r*=0,6634).

**Discussion:** The *Models I/II* reached the requirements made on developing *geroMAT*. According to the features, *geroMAT* would be multi-centric usable, simple to learn and operable, documentable and reproduceable, interprofessionally and without high expense, as well as modern. Advantages of *geroMAT*, compared with the MNA<sup>®</sup> lay in its detailedness and its choice of further options, its capture of documented information off the normal anamnesis process and the initiation or monitoring of individual interventions.

**Conclusions:** Mean aim of the study, the identification of indicators and model development, was reached. Other model validation studies should follow before the final clinical practice of *geroMAT*.

**Keywords:**

Mini Nutritional Assessment - Model Development - Food Pattern – Malnutrition - *geroMAT*

### V. Literaturverzeichnis

Die Literaturliste aufgeführter Artikel, Links, Bücher und Dokumente wurde anhand einer umfangreichen Literaturrecherche gewählt. Die Literatursuche entstammt dem Zeitraum von 04/07-07/10. Dabei wurden neben der Grundliteratur Veröffentlichungen aus den Jahren 1965 und später berücksichtigt. Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit mit vorliegender Stichprobe wurden primär Studien mit europäischem, wenn möglich deutschem Hintergrund bzw. Kollektiven ausgesucht.

- [1] Scheidt-Nave C, Richter S, Fuchs J, Kuhlmeier A: Herausforderungen an die Gesundheitsforschung für eine alternde Gesellschaft am Beispiel "Multimorbidität", Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz (2010), [Epub ahead of print]: S1437-S1588(Online)
- [2] Pirlich M et al.: DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Ernährungsstatus, Aktuel Ernaehr Med (2003), (28) Suppl 1: S10-S25
- [3] Hartig W, Biesalski HK, Druml W, Fürst P, Weimann A: Einfluß der Mangelernährung auf die Immunitätslage, Ernährungs- und Infusionstherapie: Standards für Klinik, Intensivstation und Ambulanz, Georg Thieme Verlag Stuttgart (2004), (8): ISBN 3-13-130738-2
- [4] Schreier MM, Bartholomeyczik M: Mangelernährung bei alten und pflegebedürftigen Menschen: Ursachen und Prävention aus pflegerischer Perspektive. Review, Literaturanalyse, Wittener Schriften (2004): S1-S38
- [5] Bates CJ, Benton D, Biesalski HK, Staehelin HB, van Staveren, Stehle P, Suter PM, Wolfram G: Hohenheim Consensus Talk: Nutrition and Aging, Aktuel Ernaehr Med (2001): S253-S302
- [6] Müller MC, Uedelhofen KW, Wiedemann UC: Mangelernährung in Deutschland - Eine Studie zu den ökonomischen Auswirkungen krankheitsbedingter Mangelernährung und beispielhafte Darstellung des Nutzenbeitrags enteraler Ernährungskonzepte, München Cepton Verlag (2007): ISBN 978-3-00-022678-6
- [7] Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M: ESPEN Guidelines Nutritional Screening 2002, Clinical Nutrition (2003), 22(4): S415-S421, Doppelt 37
- [8] Manual for Nutrition Surveys, 2nd edition Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, ICNND Washington DC (1963)
- [9] Jelliffe DB: The Assessment of the Nutritional Status of the Community, WHO Monograph Series-World Health Organisation, Geneva (1966), (53): S221-S228
- [10] Gibson RS: Principles of Nutritional Assessment, Oxford University Press, Oxford (2005): S1-S908

- [11] Donini LM, Savina C, Rosano A, Cannella CJ: Systematic review of nutritional status evaluation and screening tools in the elderly, *Nutr Health Aging* (2007), 11(5): S421-S432
- [12] Klevay LM: Symposium: History and Legacy of The Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense (National Development): Medical Examination in Nutrition Surveys, *J Nutr.* (2005), (135): S1266-S1267
- [13] Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z: Nutritional risk screening (NRS 2002): A new method based on analysis of controlled clinical trials, *Clin Nutr* (2003), (22): S321-S336
- [14] Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP et al.: What is subjective global assessment of nutritional status?, *JPEN* (1987), (11): S8-S13
- [15] Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, Nourhashemi F, Bennahum D, Lauque S, Albaredo JL: The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients, *Nutrition* (1999), 15(2): S116-S122
- [16] Borchelt M, Poser D: Bundesarbeitsgemeinschaft der Klinisch-Geriatriischen Einrichtungen e.V.-Ausschuss Qualitätssicherung I : Definitionen und Erläuterungen zum "Geriatrischen Minimum Data Set" (Gemidas), Forschungsgruppe Geriatrie am EGZB (2002), (Version 4.1): S1-S20
- [17] Garms-Homdova V, Ruedi G: RAI 2.0 - Resident Assessment Instrument, Verlag Hans Huber (2005), (2): S1-S142
- [18] AGAST: Geriatrisches Basisassessment, Arbeitsgruppe Geriatrisches Assessment, MMV München (Schriftenreihe Geriatrie-Praxis) (1997), (2): ISBN 3-8208-1309-8.
- [19] <http://www.uni-ulm.de/ethikkommission>
- [20] Datenschutzhandbuch der Uniklinik Ulm, <http://www.klinik.uni-ulm.de/ftpdoc/dsb/handbuch/index.html>
- [21] STARD-(Standard of the Reporting of Diagnostic according studies)-Checkliste <http://www.stard-statement.org/>
- [22] Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B: Screening for Under-nutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini. Nutritional Assessment (MNA-SF), *J Geront.* (2001), (56A): S366-S377
- [23] Thorsdottir I, Jonsson PV, Asgeirsdottir AE et al.: Fast and simple screening for nutritional status in hospitalized, elderly people, *J Hum Nutr Diet* (2005), (18): S53-S60
- [24] Nestlé Nutrition Institute: A guide to completing the Mini Nutritional Assessment, <http://www.mna-elderly.com/userguide.html>
- [25] Nestlé Nutrition Institute: A guide to completing the Mini Nutritional Assessment Short-Form (MNA-SF), <http://www.mna-elderly.com/userguide.html>

- [26] Frisancho AR: New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status, *Am J Clin Nutr* (1981), (34): S2540-S2545
- [27] Universitätsklinikum Ulm, Klinische Chemie-Meßtechnik (2009), <http://www.uni-klinik-ulm.de/struktur/zentrale-einrichtungen/klinische-chemie/home/praeanalytik/untersuchungen-leistungsverzeichnis.html>
- [28] Craft N: NHANES 2003-2004, Laboratory Procedure Manual: Fat Soluble Micronutrients (Vitamins A, E and Carotinoids) in Serum; High Performance Liquid Chromatography (Isocratic HPLC): A/ E/ Carotene Vitamin Profile in Serum, Craft Technologies Inc., <http://www.crafttechnologies.com>
- [29] Day-Med- Concept GmbH, Berlin, <http://www.day-med-concept.de>
- [30] Natarajan N, Shambaugh GE, Elseth KM, Haines GK, Radosevich JA: Adaption of the diphenylamine (DPA) assay to a 96-well plate tissue culture format and comparison with the MTT assay, *Biotechniques* (1994), 17(1): S166-S171
- [31] Bischoff SC, Biesalski HK et al.: Geriatriestudie, Universität Hohenheim, Institute 140/180, (2007) (bislang unveröffentlicht)
- [32] Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ: Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation, *Nutr Rev* (1996), (54): S59-S65
- [33] Bach M, Hofmann W, Nikolaus T: Handlungsanleitung Barthel-Index, Geriatisches Basisassessment: Handlungsanleitungen für die Praxis, München MMV Medizin Verlag (1995): ISBN 23-293-8208-1273-3
- [34] Mahoney FI, Barthel D: Functional evaluation. The Barthel Index, *Maryland State Med Journal* (1965), (14): S56-S61
- [35] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: Mini-Mental State (a practical method for grading the state of patients for the clinician), *Journal of Psychiatric Research* (1975), (12): S189–S198
- [36] Kessler J, Markowitsch HJ, Denzler P: Mini-Mental-Status-Test (MMST), Göttingen, Beltz Test GmbH, (2000) [Deutsche Adaption]
- [37] Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M: ESPEN Guidelines for Nutrition Screening, *Clin Nutr* (2002), 22: S415-S421
- [38] Hall M, Frank E, Holmes G, Pfahringer B, Reutemann P, Witten I: The WEKA Data Mining Software: An Update, *SIGKDD Explorations* (2009), 11(1): S10-S18
- [39] <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>
- [40] Kuhlenschmidt B: Support Vector Machines-Ausgewählte Kapitel des Softcomputing, Universität Münster, Lehrstuhl Informatik (2003): S1-S22
- [41] Mitchell TM: Machine Learning, The Mc-Graw-Hill-Companies, Inc., TM (1997): S1-S414, ISBN 0070428077

- [42] Burkhardt H: Vorlesung zu Support Vector Machines, Uni Freiburg, Lehrstuhl Informatik (2003)
- [43] Köbberling J, Richter K, Trampisch HJ, Windeler J: Methodologie der medizinischen Diagnostik. Entwicklung, Beurteilung und Anwendung von Diagnoseverfahren in der Medizin, Springer-Verlag (1991)
- [44] <http://www.multiple-imputation.com>
- [45] Saunders C, Mladenic D: Feature selection for dimensionality reduction, SLSFS (2005): ISBN 84-1023-540-34137-4
- [46] Chumlea WCJ: Is the MNA valid in different populations and across practice settings?, Nutr Health Aging (2006), 10(6): S524-S527
- [47] Sieber CC: [The elderly patient-who is that?], Internist (2007), 48(11): S1190-S1192
- [48] Bruder J, Lucke C, Schramm A, Tews HP, Werner H: Was ist Geriatrie? - Expertenkommission der Deutschen Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie und der Deutschen Gesellschaft für Geriatrie, Rügheim (1991)
- [49] Alves de Rezende CH, Marquez Cunha T, Alvarenga JV, Penha-Silva N: Dependence of Mini-Nutritional Assessment Scores with Age and Some Hematological Variables in Elderly Institutionalized Patients, Gerontology (2005), (51): S316-S331
- [50] Bruggmann J, Jung C, Kreck C, Kurzmann K, Lucke M, Schulte C, et al.: Ernährung und Flüssigkeitsversorgung älterer Menschen (Grundsatzstellungnahme), Abschlußbericht Projektgruppe P 39, Medizinischer Dienst der Spitzenverbände der Krankenkassen e.V. MDS, Essen, Deutschland (2003): S1-S17
- [51] Nikolaus TZ: Ernährung im Alter [Nutrition for the elderly], Gerontol Geriatr (2005), (38): S313-S314
- [52] Volkert D: Nutritional Assessment in the elderly-The Mini Nutritional Assessment (MNA) [Erfassung des Ernährungssituation älterer Menschen-Das Mini Nutritional Assessment (MNA)], Aktuelle Ernährungsmedizin (2005), (30), S142-S146
- [53] Volkert D, Berner YN, Berry E, et al.: ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Geriatrics, Clin Nutr (2006), 25(2): S330-S360
- [54] Bauer JM, Kaiser MJ, Anthony P, Guigoz Y, Sieber CC: The Mini Nutritional Assessment - Its History, Today's Practice, and Future Perspectives, Nutrition in Clinical Practice (2008), 23(4): S388-S396
- [55] Guigoz Y, Lauque S, Vellas BJ: Identifying the elderly at risk for malnutrition. The Mini Nutritional Assessment, Clin Geriatr Med (2002), 18(4): S737-S757
- [56] Christensson L, Unosson M, Ek AC: Evaluation of nutritional assessment techniques in elderly people newly admitted to municipal care, European Journal of Clinical Nutrition (2002), (56): S810-S818

- [57] De Groot LCPGM, Beck AM, Schroll M, van Staveren WA: Evaluating the DETERMINE your Nutritional Health Checklist and the Mini Nutritional Assessment as tools to identify nutritional problems in elderly Europeans, *European Journal of Clinical Nutrition* (1998), (52): S877-S883
- [58] Feldblum I, German L, Castel H, Harman-Boehm I, Bilenko N, Eisinger M, Shahar A, Fraser D, Shahar DR: Characteristics of undernourished older medical patients and the identification of predictors for undernutrition status, *Nutrition Journal* (2007), (6): S1475-S2891
- [59] Pauly L, Stehle P, Volkert DZ: Nutritional situation of elderly nursing home residents, *Gerontol Geriatr* (2007): S402-S412
- [60] Cuervo M, Ansorena D, Garcia A, Astiasaran I, Martinez JA: Food Consumption Analysis in Spanish Elderly Based upon the Mini Nutritional Assessment Test, *Ann Nutr Metab* (2008), (52): S299-S307
- [61] Hengstermann S, Nieczaj E, Steinhagen-Thiessen E, Schulz RJ: Which are the most efficient items of Mini Nutritional Assessment in multimorbid patients?, *Journal of Nutrition, Health and Aging* (2008), 12(2): S117-S122
- [62] Guigoz Y: The Mini-Nutritional Assessment (MNA<sup>®</sup>), Review of the Literature - What does it tell us?, *J Nutr Health Aging* (2006), (10): S466-S487
- [63] Kaiser MJ, Bauer JM, Rämisch C, et al.: World wide data on malnutrition in the elderly according to the Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup> - Insights from an international pooled database, Presented at 31st ESPEN Congress on Clinical Nutrition and Metabolism, (2009)
- [64] Von Renteln-Kruse W: *Medizin des Alterns und des alten Menschen*, Steinkopf-Verlag (2009), (2): ISBN-978-3-7985-1926-4
- [65] Zeyfang A, Rügauer M, Nikolaus TZ: Gesunde Senioren zeigen auch bei normalem Ernährungszustand im Mini-Nutritional-Assessment (MNA) Risikobereiche und eingeschränkte Funktionen, *Gerontol Geriatr* (2005), (38): S328-S333
- [66] Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas BJ: Screening for under-nutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF); *Gerontol A Biol Sci Med Sci*: (2001), 56(6): M366-M372
- [67] Kaiser MJ, Bauer JM, Rämisch C, et al.: The short-form Mini Nutritional Assessment<sup>®</sup> (MNA-SF): Can it be improved to facilitate clinical use?, *J Nutr Health Aging* (2009), 13(suppl 2): S16
- [68] BIA-Manual, <http://www.fmc-ag.de>
- [69] Cuervo M, Ansorena D, García A, González Martínez MA, Astiasarány I, Martínez JA: Assessment of calf circumference as an indicator of the risk for hyponutrition in the elderly, *Nutr. Hosp.* (2009), 24(1): ISSN 0212-1611

- [70] Norman K, Smoliner S, Valentini L, Lochs H, Pirlich H: Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality?, *Nutrition* (2007), (23): S564–S569
- [71] Zubrod I, Effertz A, Szabo P, Schönberger B: Bestimmung von Ernährungs- und Hydratationsstatus bei geriatrischen Patienten durch bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) unter besonderer Berücksichtigung von Phasenwinkel und ECW/ICW-Index, Fachklinik Langgries, Postakut- und Rehabilitationszentrum für Neurologie und Geriatrie, Langgries (2009)
- [72] Leuenberger M, Nuoffer JM, Stanga Z: Sinnvolle laborchemische Diagnostik in der Mangelernährung, *Pipette-Swiss Laboratory Medicine* (2007), (2): S15-S19
- [73] Hay RW, Whitehead RG, Spicer CC: Serum albumin as a prognostic indicator in oedematous malnutrition, *Lancet* (1975), (2): S427-S429
- [74] Volkert D: DGEM-Leitlinien Ernährungsstatus, Energie- und Substratstoffwechsel im Alter, *Aktuel Ernaehr Med* (2004), (29): S190-S197
- [75] Warner MH, Beckett GJJ: Mechanisms behind the non-thyroidal illness syndrome: an update, *Endocrinol* (2010), 205(1): S1-S13
- [76] Brubacher D, Moser U, Jordan P: Vitamin C Concentrations in Plasma as a Function of Intake: a Meta-analysis, *IJVNR* (2000), (5): S226-S237
- [77] Watzl B, Bub A: Carotinoide, *Ernaehr Umsch* (2001), 48(2): S71-S74
- [78] Erhardt JG, Mack H, Sobock U, Biesalski HK: Beta-Carotene and alpha-Tocopherol concentration and antioxidant status in buccal mucosa cells and plasma after oral supplementation, *Br J Nutr* (2002), 87(5): S471-S475
- [79] Back EI, Frindt C, Nohr D, Frank J, Ziebach R, Stern M, Ranke M, Biesalski HK: Antioxidant deficiency in cystic fibrosis: when is the right time to take action?, *Am J Clin Nutr* (2004), 80(2): S374-S384
- [80] Widmer C, Biesalski HK: Erläuterungen zur Methodik von oncoMAT, Universität Hohenheim, Institut 140a (2008), (1): S1-S16 (unveröffentlicht)
- [81] Valentini L: Ernährungsteams - eine interprofessionelle Herausforderung, *Zeitschrift für Ernährungsmedizin* (2000), 2(1): S20-S21
- [82] Kyle UG et al.: BIA-Bioelectrical impedance analysis - part II: utilization in clinical practice, *Clinical Nutrition* (2004), (23): S1430S-1453
- [83] Pirlich M, Plauth M, Lochs H: Bioelektrische Impedanzanalyse: Fehlerquellen und methodische Grenzen bei der klinischen Anwendung zur Analyse der Körperzusammensetzung, *Aktuel Ernaehr Med* (1999), (24): S81-S90
- [84] Pirlich M, Krüger A, Lochs H: BIA-Verlaufsuntersuchungen: Grenzen und Fehlermöglichkeiten, *Aktuel Ernaehr Med* (2000), (25): S64-S69

- [85] Kyle UG et al.: BIA-Bioelectrical impedance analysis-part I:review of principles and methods, *Clinical Nutrition* (2004), (23): S1226-S1243
- [86] Edwards AL: The Correlation Coefficient, In: *An Introduction to Linear Regression and Correlation*, San Francisco (1976), Chapter 4, CA:W.H. Freeman: S33-S46
- [87] Hug B: Validierung und Weiterentwicklung eines Kurzfragebogens zur Beurteilung des Ernährungsmusters, Diplomarbeit Universität Hohenheim, Institut 140a (2006): S1-S52
- [88] Togo P, Osler M, Sorensen TI, Heitmann BL: Food intake patterns and body mass index in observational studies, *Int J Obes Relat Metab Disord* (2001), (12): S1741-S1751
- [89] Millen BE, Quatromoni PA, Pencina M, Kimokoti R, Nam BH, Cobain S, Kozak W, Appukliese DP, Ordovas J, D'Agostino BR: Unique dietary patterns and chronic disease risk profiles of adult men: the Framingham nutrition studies, *J Am Diet Assoc* (2005), 105(11): S1723-S1734
- [90] Hu FB: Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology, *Curr Opin Lipidol*, (2002), 13(1): S3-S9
- [91] Michels KB, Schulze MB: Can dietary patterns help us detect diet- disease associations?, *Nutrition Research Reviews*, (2005), (18): S241-S248
- [92] Schulze MB, Hoffmann K: Methodological approaches to study dietary patterns in relation to risk of coronary heart disease and stroke, *Br J Nutr* (2006), 95(5): S860-S869
- [93] Jacobs DR, Steffen LM: Nutrients, foods, and dietary patterns as exposures in research: a framework for food synergy, *Am J Clin Nutr* (2003), 78(3 Suppl): S508-S513
- [94] Evans M, Mottram P: Diagnosis of depression in elderly patients, *Advances in Psychiatric Treatment* (2000), 6: S49-S56
- [95] Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Vierter Altenbericht, <http://www.bmfsfj.de>
- [96] Argilés JM, Moore-Carrasco R, Busquets S, López-Soriano FJ: Catabolic mediators as targets for cancer cachexia, *Drug Discov Today* (200), 38(18): S838-S844
- [97] Volkert D: Ernährung im Alter, *Aktuel Ern Med* (1996), (21): S200-S202
- [98] Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr.435 vom 18.11.2009: Im Jahr 2060 wird jeder Siebente 80 Jahre oder älter sein, Destatis (2009), Wiesbaden
- [99] Bischoff SC, **Renzer C**: Nausea and Vomiting, *Auton Neurosci* (2006), 129(1-2): S22-S27

- [100] Clarkston WK, Pantano MM, Morley JE, Horowitz M, Littlefield JM, Burton FR: Evidence for the anorexia of aging: gastrointestinal transit and hunger in healthy elderly vs. young adults, *Am J Physiol* (1997), (272): S243-S478
- [101] Füsgen I: *Der ältere Patient, problemorientierte Diagnostik und Therapie*, Urban und Schwarzenberg München, Wien, Baltimore (1995), (39)
- [102] Farrell MJ et al: Effect of aging on regional cerebral blood flow associated with osmotic thirst and its satiation by water drinking: a PET Study, *Proc Natl Acad Sci USA* 10.1073/pnas.0710572105
- [104] Marik PE, Kaplan D: Aspiration pneumonia and dysphagia in the elderly, *Am J Chest* (2004), 125(2): S801-S802
- [105] Shay NF, Mangian HF: Neurobiology of Zinc-Influenced Eating Behavior, *Journal of Nutrition* (2000), (130): S1493-S1499
- [106] Fischbach W et al: DGVSS- Leitlinie "Helicobacter pylori und gastroduodenale Ulcuskrankheit" der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselerkrankheiten, *Gastroenterol* (2009), (47): S68-S102
- [107] Stettin D, Waldmann A, Ströhle A, Hahn A: Association between Helicobacter pylori infection, C-reactive Protein and status of B vitamins, *Adv Med Sci* (2008), 53(2): S205-S213
- [108] Mowe M, Bohmer TJ : Reduced appetite. A predictor for undernutrition in aged people, *Nutr Health Aging* (2002), 6(1): S81-S83
- [109] Volkert D, Frauenrath C, Kruse W, Oster P, Schlierf G: [Malnutrition in old age- results of the Bethany nutrition study], *Ther Umsch* (1991), 48(5): S312-S315
- [110] Nikolaus T, Bach M, Siezen S, Volkert D, Oster P, Schlierf G: Assessment of nutritional risk in the elderly, *Ann Nutr Metab* (1995), 39(6): S340-S345
- [111] De Groot CPGM, van Staveren WA, de Graaf C: Determinants of macronutrient intake in elderly people, *Eur J Clin Nutr* (2000), 54(3): S70-S76
- [112] Podsiadlo D, Richardson SJ: The Timed "Up & Go": a Test of basic functional mobility for frail elderly persons, *Am Geriatr Soc* (1991), (39): S142-S148
- [113] Borchelt M, Vogel W, Steinhagen-Thiessen WZ : Das Geriatrie Minimum Data Set (Gemidas) der Bundesarbeitsgemeinschaft der Klinisch-Geriatrie Einrichtungen e.V. als Instrument der Qualitätssicherung in der stationären Geriatrie, *Gerontol Geriatr* (1999), (32): S11-S23
- [114] Di Francesco V, Zamboni M, Zoico E, Mazzali G, Dioli A, Omizzolo F, Bissoli L, Fantin F, Rizzotti P, Solerte SB, Micciolo R, Bosello O: Unbalanced serum leptin and ghrelin dynamics prolong postprandial satiety and inhibit hunger in healthy elderly: another reason for the "anorexia of aging", *Am J Clin Nutr* (2006), 83(5): S119-S152

- [115] Long JD, Littlefield LA, Estep G, Martin H, Rogers TJ, Boswell C, Shriver BJ, Roman-Shriver CR: Evidence review of Technology and Dietary Assessment Worldviews, Evid Based Nurs (2009)[*Epub ahead of print*]
- [116] Rubenstein LZ: MNA und Beurteilung geriatrischer Patienten, Nestlé Nutrition Services: Mini Nutritional Assessment (MNA); Ergebnisse aus Forschung und Praxis, Echandens: Les Presses de la Venoge S.A. (1998): S24-S25
- [117] Millen BE, Quatromoni PA, Copenhafer DL, Demissie S, O'Horo CE, D'Agostino RBJ: Validation of a dietary pattern approach for evaluating nutritional risk: the Framingham Nutrition Studies, Am Diet Assoc (2001), 101(2): S187-S194
- [118] Löser C: Mangelernährung im Krankenhaus, Hessisches Ärzteblatt (2002), (5): S271-S276
- [119] Schutz Y: Bestimmung des Ernährungszustandes, In: Biesalski HK, Fürst P, Kasper H et al., Ernährungsmedizin, Georg Thieme Verlag Stuttgart (2004), (3): S19-S27
- [120] Craft NE, Brown ED, Smith JC: Effects of storage and handling conditions on concentrations of individual carotenoids, retinol, and tocopherol in plasma, J Clin Chem (1988), (34): S44-S48
- [121] Tischer IE, **Renzer C**, Lambert C, Biesalski HK: Prüfung der Praktikabilität eines Kurzfragebogens zur Beurteilung eines Mangelernährungsrisikos bei geriatrischen Patienten, Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Institut 140a (2008): S1-S54
- [122] Lambert C: Ergebnisbericht zur Weiterentwicklung des Kurzfragebogens für den geriatrischen Personenkreis, Universität Hohenheim, Institut 140a (2008), (1): S1-S8
- [123] Hanley JA, McNeil BJ: The meaning and use of the area under the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve, Radiology (1982), (143): S29-S36
- [124] Lesser S, Pauly L, Volkert D, Stehle P: Nutritional Situation of the Elderly in Eastern/Baltic and Central/Western Europe – The Ageing Nutrition Project, Ann Nutr Metab (2008), 52(1): S62–S71
- [125] Van Staveren , De Groot LCPMG, Haveman-Nies A: The SENECA study: potentials and problems in relating diet to survival over 10 years, Public Health Nutrition, (2000), 5(6A): S901-S905
- [126] Kübler W, Anders HJ, Heeschen W, Kohlmeier M: Vitaminversorgung Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland, Vera-Schriftenreihe (1992), (5)
- [127] Carmel R: Measuring and interpreting Holo-Transcobalamin (Holo-Transcobalamin), Clinical Chemistry (2002), 48(3): S407-S409
- [128] Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ: Mini nutritional assessment : A practical assessment tool for grading the nutritional state of elderly patients, Facts, Research in Gerontology (1994), (2): S15-S59

- [129] Vellas B, Garry PJ, Guigoz Y: Mini Nutritional Assessment (MNA): Research and practice in the elderly, Nestlé Nutrition Workshop Series, Vevey, Switzerland: Nestlé Ltd. (1999), (1)
- [130] Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, Nourhashemi F, Benaïm D, Lauque S, Albaredo JL: The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients, *Nutrition* (1999), 15(2): S116-S122
- [131] Morley JE: Anorexia of aging: physiologic and pathologic, *Am J Clin Nutr* (1997), 66(4): S760-S773
- [132] Mensink GBM, Burger M, Beitz R, Henschel T, Hinzpeter B: Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Was essen wir heute?, Berlin:Robert-Koch-Institut (2002)
- [133] De Groot CP, Van Staveren WA: Undernutrition in the European SENECA Studies, Survey in Europe on Nutrition and the Elderly, a Concerted Action, *Clin Geriatr Med* (2002), 18(4): S699-S708
- [134] NHANES-Datenbank: [http://www.cdc.gov/nchs/nhanes/nhanes\\_products.htm](http://www.cdc.gov/nchs/nhanes/nhanes_products.htm)
- [135] Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T and Jusot JF: Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people, *Gerontology* (2002), 48 (3): S162-S169
- [136] Martin H, Huth M, Kratzsch J, Martin R, Reuter W, Richter V, Ries W, Sauer I, Vorberg V, Weisbrich C: Altersabhängigkeit von Laborparametern in einer Gesundheitsstudie – Versuch der Berechnung eines Laborindex zur Einschätzung des biologischen Alters, *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, Springer Berlin/Heidelberg (2002), 35(1): S2-S12
- [137] Gabriel HE, Liu Z, Crott JW, Choi SW, Song BC, Mason JB, Johnson EJ: A comparison of carotenoids, retinoids, and tocopherols in the serum and buccal mucosa of chronic cigarette smokers versus nonsmokers, *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* (2006), 15 (5): S993-S999
- [138] Mc Dowell MA, Fryar CD, Hirsch R, Odgen CL: Anthropometric reference data for children and adults: U.S. population (NHANES), 1999-2002, *Adv Data* (2005), (361): S1-S5
- [139] Silva C: Mangelernährung bei betagten Menschen in Deutschland – eine Analyse deutschsprachiger Fachliteratur (Bachelorarbeit), Witten (2002)
- [140] Argilés JM, Moore-Carrasco R, Busquets S, López-Soriano FJ: Catabolic mediators as targets for cancer cachexia, *Drug Discov Today* (2003), 8(18): S838-S844
- [141] Köhler U, Brombach C: Ernährungsverhalten von Frauen über 65 Jahren. Eine qualitativ-biographische Untersuchung, Giessen (2000)
- [142] Widmer C: LASSO analysis of geroMAT data for feature selection, Universität Stuttgart-Hohenheim, Institut 140a, (2010), (1): S1-S7 (unveröffentlicht)

- [143] *Renzer C.* Widmer C: Preliminary Analysis of geroMAT Data, Universität Hohenheim, Institut 140a, (2009), (1): S1-S3 (unveröffentlicht)

## **VI. Anhang**

- *VX. Tabellen*

## VX.1a) Umcodierung des HKF/M.G8 in SPSS-Code(s)

Umcodierung des HKF - in den SPSS-Code (nach HKF/Modell.G7 " Weiterentwicklung Lambert <sup>1</sup> " aus Bericht vom 04/08/2008)							
Lebensmittel LM	mehrmals tgl.	1x tgl.	4-6x/Wo	1-3x/Wo	selten	nie	
<b>SPSS-Codierung alle LM</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
Obst	12	10	5	1	0	0	
Gemüse	12	10	5	1	0	0	
Fleisch	1	3	5	5	2	0	
Wurst	0	1		2	5	5	
Fisch	3	3	3	3	2	0	
Käse	3	5	5	4	2	0	
Milchprodukte	7	5	5	2	2	0	
Eier	1	1	3	3	1	0	
Weissbrot	2	3	5	5	1	1	
Mischbrot	5	5	5	3	1	0	
Vollkornbrot	7	7	7	5	1	0	
Pommes/Bratk.	0	0	0	2	2	2	
Kuchen	0	1	2	3	2	1	
Süßigkeiten	0	0	1	2	5	5	
Eis/süße Nachspeise	0	1	2	3	2	1	
Nichtalkoholische Getränke	tgl. > 5 Gläser/Tassen	tgl. 3-5 Gläser/Tassen	tgl. < 3 Gläser/Tassen				
<b>SPSS-Codierung nicht-Getr.</b>	<b>3,4,5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>				
Nichtalkoholische Getränke (200 mL)	12	7	0				
Alkoholische Getränke	tgl. > 1 Glas	tgl. 1 Glas	wöchentl.	monatl.	nie		
<b>SPSS-Codierung Wein</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		
Wein (125 mL)	1	3	4	2	1		
<b>SPSS-Codierung Bier</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		
Bier (500mL)	1	2	3	2	1		
<b>SPSS-Codierung Spirituosen</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>		

**VX.1b) Umcodierung des HKF/M.G8 in SPSS-Code(s)**

Spirituosen (2cl)	0	0	2	2	3
BMI (kg/m2)	BMI <19	BMI 19<21	BMI 21<23	BMI 23<30	BMI >30
BMI (kg/m2)	0	4	16	24	20
Portionsgrösse pro HMZ	HMZ <50%	HMZ =50%	HMZ =75%	HMZ =100%	HMZ >100%
SPSS-Codierung Portion.HMZ	gab es nicht	0	1	2	3,4,5,6,7
Portionsgrösse pro HMZ	0	4	12	18	18
Medikamente	tgL>5	tgL<5	tgL<3	keine	
SPSS-Codierung Medis	3	2	1	0	
Medis	0	7	10	12	

<sup>1</sup> Lambert C: Ergebnisbericht zur Weiterentwicklung des Kurzfragebogens für den geriatrischen Personenkreis, Universität Hohenheim, Institut 140a (2008); 1; S1-S8

### VX.2a) Übersicht über die Receiver Operation Characteristic der aus *TI-III* selektierten „Features“

Var( <i>X</i> )	Receiver Operating Characteristic (dichotomes Merkmal: "RiskMal": 0=kein Risiko, 1=Risiko)				Asymptotische Signifikanz	
	N=x	$f_s$	auROC	Asymptotisches KI [95%]		Standardfehler <sup>1</sup>
		$p < 0,001$			$< 0,001$	
		$p < 0,01$	$> .700$		$< 0,01$	
		$p < 0,05$	$> .500$		$< 0,05$	
<b>Features <i>gero.MAT</i>**</b>						
BMI $\leq 21,0$ [kg/m <sup>2</sup> ]	150	.271 (-)	.549	.450 ; .636	.048	.364
Wadenumfang ( $\leq 31,0$ ) [cm]	145	.219 (+)	.571	.478 ; .665	.048	.134
Hb [g/dL]	100	.412 (-)	.740	.639 ; .841	.052	.000
Albumin [g/L]	119	.208 (-)	.618	.517 ; .719	.052	.027
gT <sub>3</sub> [nmol/L]	111	.225 (-)	.630	.526 ; .734	.053	.018
CRP [mg/L]	100	ns	.534	.428 ; .641	.054	.521
<i>HKF/M.G8</i> [Pkt.]	132	.368 (-)	.713	.626 ; .799	.044	.000
Appetit <i>feduziert</i> /normal/erhöht	150	.361 (-)	.675	.589 ; .761	.044	.000
Portionsgrösse [% der Tellergröße]	132	.220 (-)	.615	.519 ; .711	.049	.023
Geschmack (oB gering/mäßig/stark beeinträchtigt)	150	.232 (+)	.599	.508 ; .690	.046	.036
Flüssigkeitsaufnahme [Menge (a 200 mL)/Tag]	149	.239 (-)	.631	.542 ; .720	.045	.006
Gastritis (ja/nein)	132	.200 (+)	.588	.491 ; .686	.050	.080
Dysphagie (ja/nein)	132	.316 (+)	.587	.489 ; .685	.050	.084
Nahrungszubereitung (Selbständigkeit) (selbständig/mit Hilfe/unmöglich)	132	.336 (-)	.683	.589 ; .776	.048	.000
Nahrungsaufnahme (Unabhängigkeit) (unabhängig/mit Hilfe)	132	.342 (-)	.612	.515 ; .709	.050	.027
Kostform (normal)	132	.248 (-)	.556	.457 ; .654	.050	.271
Kostform (weich)	132	.266 (-)	.563	.465 ; .662	.050	.209
Mobilität (Art)	149	.305 (-)	.646	.558 ; .733	.045	.002
Aufenthalt im Freien (Häufigkeit/Tag/Woche)	132	.331 (-)	.681	.590 ; .773	.047	.000
Depressionen (Stärke)	150	.213 (+)	.618	.528 ; .708	.046	.013
Lebenssituation	132					
(im Pflegeheim)		.223 (+)	.556	.457 ; .655	.050	.265
(im Seniorenheim)		.242 (+)	.564	.466 ; .663	.050	.204
(alleine lebend, mit Haushaltshilfe)		ns	.524	.425 ; .623	.051	.637
(in der Tagespflege)		ns	.509	.410 ; .608	.051	.854
(alleine lebend)		ns	.466	.367 ; .564	.050	.499
(ohne Partner)		.209 (-)	.604	.507 ; .701	.049	.040
(ohne Familie)		ns	.487	.388 ; .586	.051	.790
TUG [Dauer] [sec.]	127	.474 (+)	.773	.690 ; .856	.042	.000
TUG (erhöhtes Sturzrisiko) (ja/nein)	131	.462 (+)	.701	.609 ; .792	.047	.000
Multimedikation (ja/nein)	130	.236 (+)	.609	.512 ; .706	.049	.032
Subjektive Einschätzung durch Untersuchers (EZ: gut/mäßig/schlecht)	132	.388 (-)	.696	.605 ; .786	.046	.000

**VX.2b) Übersicht über die Receiver Operation Characteristic der aus TI-III selektierten „Zusatz“-Features**

Zusatz-Features							
OAU [cm]	150	ns	.533	.440 ; .627	.048	.481	
KMV (3 Monate) [5%]	132	ns	.555	.463 ; .648	.047	.242	
Vorschneiden nötig (ja/nein)	132	.248 (+)	.556	.457 ; .654	.050	.271	
Besteckproblematik (ja/nein)	132	.262 (+)	.581	.483 ; .679	.050	.110	
Barthel- Index [Pkt.]	131	.454 (-)	.719	.629 ; .810	.046	.000	
TUG (mit/ohne Gehhilfe)	131	.344 (-)	.629	.532 ; .725	.049	.011	
Wundheilung (normal/gering/mittel/stark verzögert)	132	.283 (+)	.637	.542 ; .733	.049	.006	
Z.n.CA [ja/nein]	132	.248 (+)	.556	.457 ; .654	.050	.271	
☺Option "BIA"							
Phi [°] (<5,0)	106	.215 (-)	.579	.469 ; .688	.056	.164	
BCM [%]	106	.200 (-)	.616	.507 ; .724	.056	.041	
ECM/BCM- Index	106	ns	.613	.503 ; .722	.056	.046	
ECW/ICW- Index	106	ns	.586	.475 ; .697	.057	.126	

<sup>1</sup> nichtparametrische Annahme

<sup>2</sup> Nullhypothese: Wahrheitsfläche=0.5

<sup>3</sup> Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman: (-) monoton negativer Verlauf, (+) monoton positiver Verlauf, ns= nicht signifikant

**VX.3 Variablen der EBiografie und Nahrungsaufnahme**

Tb.: Übersicht über die erhobenen Variablen zur Essbiografie und Nahrungsaufnahme innerhalb der Gesamtstichprobe (N=150)

Variable	Einheit	Antwortmöglichkeiten
Appetit		reduziert, normal, gesteigert
Geschmack		normal, gering beeinträchtigt, mittel beeinträchtigt, stark beeinträchtigt
Geruch		normal, gering beeinträchtigt, mittel beeinträchtigt, stark beeinträchtigt
HvZ <sup>1</sup>		keine, eine, zwei, drei
ZvZ <sup>2</sup>		nie, selten, eine, zwei, drei, > drei
Flüssigkeitsaufnahme pro Tag	Gläser (à 200mL)	<3, 3<5, 5<8, 8<12, ≥12
NBM <sup>3</sup>		ja/ nein
Portionsgrösse <75	% der Tellergrösse	ja/ nein
Probleme bei Nahrungsaufnahme		
Zittern		ja/ nein
Besteckproblematik		ja/ nein
Vorschneiden nötig		ja/ nein
Zahnprotheseproblematik		ja/ nein
GI- Problematik		
Kauprobleme		ja/ nein
Dysphagie		ja/ nein
Reflux/Sodbrennen		ja/ nein
Gastritis		ja/ nein
Energiebedarf ( Nährung )		
REE <sup>4</sup>	kcal/ Tag	nach HARRIS & BENEDICT berechnet
PAL <sup>5</sup>		1,2/ 1,4-1,5/ 1,6-1,7/ 1,8-1,9
TEE <sup>6</sup>	kcal/ Tag	nach HARRIS & BENEDICT berechnet
Nahrungszubereitung		
Selbständigkeit		unmöglich, nur mit Hilfe möglich, selbständig
Essen auswärts		ja/ nein
Partner		ja/ nein
Haushaltshilfe		ja/ nein
Essen auf Padern		ja/ nein
Pflege-/Heimpersonal		ja/ nein
Nahrungsaufnahme		
Unabhängigkeit		unmöglich, teilweise Hilfe nötig, selbständig
Ernährungsform		
normale Kost		ja/ nein
weiche Kost		ja/ nein
purierte Kost		ja/ nein
Sondenernährung		ja/ nein
Verweigerte Lebensmittel		
Fleisch		ja/ nein
Fisch		ja/ nein
Obst		ja/ nein
Gemüse		ja/ nein
Milchprodukte		ja/ nein
Fettes		ja/ nein

<sup>1</sup> Hauptmahlzeit(en)<sup>4</sup> Resting Energy Expenditure= Ruheennergieverbrauch<sup>2</sup> Zwischenmahlzeit(en)<sup>5</sup> Physical Activity Level= Aktivitatsfaktor<sup>3</sup> Nahrungsergänzungsmittel<sup>6</sup> Total Daily Energy Expenditure= 24h- Gesamtenergieverbrauch (TEE= REE×PAL)

**VX.4 Variablen der nicht-nutritiven Einflußfaktoren**

Tb.: Übersicht über nicht- nutritive Faktoren innerhalb des Gesamtkollektivs (N=150)

Variable(n)	Einheit	Antwortmöglichkeit(en)
<b>Activities of Daily Living (ADL)</b>		
Funktionelle Einschränkung(en)		keine, gering, mittel, ausgeprägt
Mobilität_Intensität		keine, gering, mittel, ausgeprägt
Mobilität_Art		keine, im Haus, im Haus/Garten, im Haus/Garten/ausser Haus, .../Sport
Barthel- Index (BI)	Pkt.	
Aufenthalt im Freien	Unterscheidung, ob alleine oder mit Hilfe	nie, selten, 1-3xWoche, 4-6xWoche, täglich
TUG <sup>1</sup> _möglich		ja/nein
TUG <sup>1</sup> _ohne Gehhilfe		ja/nein
TUG <sup>1</sup> _erhöhtes Sturzrisiko		ja/nein
TUG <sup>1</sup> _Dauer	sec.	
<b>Kognition &amp; Psyche</b>		
MMSE <sup>2</sup>	Pkt.	0-30 Pkt.
BDI <sup>3</sup>	Pkt.	0-30 Pkt.
Depressionen_Intensität		keine, gering, mittel, ausgeprägt
Psychische Belastung_Intensität		keine, gering, mittel, ausgeprägt
Psychische Belastung_Art		familiär, beruflich, krankheitsbedingt, finanziell, Kombination
<b>Sozioökonomie</b>		
Lebenssituation		alleine, mit Partner, mit Familie, allein mit Haushaltshilfe, Tagespflege, Seniorenheim, Pflegeheim
Soziale Isolation		ja/nein
<b>Comorbiditäten</b>		
D.m. Typ II <sup>4</sup>		ja/nein
Hypercholesterinämie		ja/nein
aHT <sup>5</sup>		ja/nein
KHK <sup>6</sup>		ja/nein
Z.n. CA <sup>7</sup> (konsumierend)		ja/nein
chronische Schmerzen_Stärke		keine, gering, mittel, ausgeprägt
Wundheilung		normal, gering verlangsamt, mittel verlangsamt, stark verlangsamt
<b>Medikation</b>		
Multimedikation (iatrogen)		ja/nein

<sup>1</sup> Timed up and Go- Test<sup>3</sup> Arterielle Hypertonie<sup>2</sup> Mini Mental State Examination<sup>6</sup> Koronare Herzkrankung<sup>3</sup> Buschke Depression Index<sup>7</sup> Zustand nach Karzinom (Krebskrankung)<sup>4</sup> Diabetes Mellitus Typ II

**VX.5 Lebensmittelkategorisierung im HKF/M.G8**

<b>Lebensmittelgruppe</b>	<b>Definition und Inhalt</b>
Obst	Frisches Obst, Obstsalate, Smoothies, Obstsaft und Konserven
Gemüse	Rohkost, gekocht, gegart, gegrilltes Gemüse, inkl. Salate
Fleisch	Rotes und weißes Fleisch
Wurst	Brüh-/Grill-/Bratwurst, Aufschnitt, Wurstkonserven
Fisch	Süßwasser-/Meerfisch, Konserven, frisch, gebraten, gekocht, gegart, gegrillt
Käse	alle Sorten, auch Fondue, auf Pizza, Spätzle etc.
Milchprodukte	Trinkmilch, Quark, Joghurt, etc.
Eier	Spiegelei, Rührei, Frühstücksei, häufige eihaltige Speisen
Weissbrot	alle Sorten
Mischbrot	alle Sorten, inkl. Brotsuppe
Vollkornbrot	alle Sorten
Pommes/Bratkartoffeln	Pommes Frites, Kroketten, Kartoffel- und Kartoffelprodukte (verarbeitet, frittiert), Puffer
Kuchen	Torten, Gebäcke, Obstkuchen, Plunder, Trockenkuchen, etc.
Süssigkeiten	alle Sorten, inkl. Schokolade(n)
Eis/süße Nachspeise	Frucht-/Milcheis, Sorbet(s) etc.
Nichtalkoholische Getränke	(Mineral-)Wasser, Saftschorlen (sonst s. Obst), Softdrinks etc.
Wein	alle Sorten
Bier	alle Sorten
Spirituosen	alle Sorten, inkl. Alkopops

Tab: Lebensmittelgruppen, die in die Analyse des Hohenheimer Kurfragebogens *HKF/M.G8* einbezogen wurden

**VX.6a) Methoden und Referenzbereiche der Blutparameter des externen Labors**

Parameter	Einheit	Material	Methodik	Referenz	Anmerkung	Literatur
<b>Blutbild</b>						
Lymphozyten (Lymphos) absolut	Giga/L	EDTA	berechnet	1.2-3.5 w	✓	
Erythrozyten (Erys)	Tera/L	EDTA	WIDERST	4.5-5.1 w 4.5-5.9 m	✓	
Hämoglobin (Hb)	g/dL	EDTA	PHOTO	12.5-15.3 w 14.0-17.4 m	✓	
Hämatokrit (Hkt)	L/L	EDTA	berechnet	0.36-0.45 w 0.42-0.50 m	✓	
Mittleres korpuskulares Volumen (MCV)	fL	EDTA	WIDERST	80.0-96.0	✓	
Mittlere korpuskuläre Hb- Menge (MCH) (HbE)	pg	EDTA	berechnet	27.5-33.2	✓	
Mittleres Thromozytenvolumen (MTV/MPV)	fL	EDTA	WIDERST	6.8-10.0	✓	
Mittlere korpuskuläre Hb-Konzentration (MCHC)	g/dL	EDTA	berechnet	33.4-35.5	✓	
<b>Niere/Leber</b>						
Kreatinin (Krea)	µmol/L	LHeparin	PHOTO	58.0-96.0 w 72.0-127.0 m	✓	
Bilirubin gesamt (Bili)	µmol/L	LHeparin	PHOTO	2.0-21.0	✓	
Aspartataminotransferase (AST/ASAT)	U/L	LHeparin	PHOTO	<33.0 w <44.0 m	✓	
Alaninaminotransferase (ALT/ALAT)	U/L	LHeparin	PHOTO	<35.0 w <45.0 m	✓	
Gammaglutamyltrans-ferase (GGT)	U/L	LHeparin	PHOTO	<35.0 w <55.0 m	✓	
Alkalische Phosphatase (AP)	U/L	LHeparin	PHOTO	<105.0 w <130.0 m	✓	
<b>Protein-Stoffwechsel</b>						
Protein i. PL.	g/L	LHeparin	PHOTO	66.0-83.0	✓	
Albumin im Plasma	g/L	LHeparin	PHOTO	35.0-53.0	✓	
Harnstoff (HSt)	mmol/L	LHeparin	PHOTO	2.8-7.2	✓	
Harnsäure (Hä)	µmol/L	LHeparin	PHOTO	137.0-363.0 w 214.0-488.0 m	✓	

### VX.6b) Methoden und Referenzbereiche der Blutparameter des externen Labors

Lipid-Stoffwechsel	mmol/L	LHeparin	PHOTO	<5.2	✓	European Guidelines 2003
Gesamtcholesterin (Chol) i.S.	mmol/L	LHeparin	berechnet nach Friedewald	<3.0	✓	European Guidelines 2003
LDL- Cholesterin (LDL) i.S.	mmol/L	LHeparin	PHOTO	>1.2	✓	
HDL- Cholesterin (HDL) i.S.	mmol/L	LHeparin	PHOTO	<2.3	✓	
Triglyzeride (TGs)	mmol/L	LHeparin	PHOTO			
<b>Kohlenhydrat- Stoffwechsel</b>						
HbA1c	%	EDTA	HPLC	4.2-6.0	✓	
<b>Mikronährstoffe</b>						
Thiamin (Vitamin B <sub>1</sub> )	nmol/L	EDTA	ISO- HPLC	66.0-200.0	✓	
Pyridoxin (Vitamin B <sub>6</sub> )	nmol/L	EDTA	ISO- HPLC	35.0-110.0	✓	
Folsäure (Vitamin B <sub>9</sub> )	nmol/L	Serum	ECLIA	7.0-39.7	✓	
Cobalamin (Vitamin B <sub>12</sub> )	pmol/L	Serum	ECLIA	141.0-489.0	✓	
Natrium (Na) i.PL.	mmol/L	LHeparin	ISE-IMT	135.0-145.0	✓	
Kalium (K) im Plasma	mmol/L	LHeparin	ISE-IMT	3.4-4.6	✓	
Kalzium (Ca) im Plasma	mmol/L	LHeparin	PHOTO	2.2-2.65	✓	
Magnesium (Mg)	mmol/L	LHeparin	PHOTO	0.77-1.03 w 0.73-1.06 m	✓	
Eisen (Fe)	µmol/L	LHeparin	PHOTO	4.0-30.0	✓	
Eisensättigung (FeS)	%	LHeparin	berechnet	16.0-45.0	✓	
Ferritin	µg/L	LHeparin	EIA	30.0-300.0	✓	
Transferrin	g/L	LHeparin	NEPH	2.0-3.6	✓	
Löslicher Transferrinrezeptor (sTfR)	mg/L	LHeparin	NEPH	0.83-1.76	✓	
Zink (Zn) i.PL.	µmol/L	LHeparin	AAS	9.0-26.0	✓	
Kupfer (Cu) i.PL.	µmol/L	LHeparin	AAS	10.7-26.6	✓	
<b>Sonstiges</b>						
C-Reaktives Protein (CRP)	mg/L	LHeparin	PETIA	<5.0	✓	
Apolipoprotein E- Phänotypisierung (ApoE)	Allele	EDTA	Isoelektrische Focussierung			Versch. Phänotypen
Homocystein (Hcys)	µmol/L	EDTA	CLIA	5.0-12.0	✓	
Cortisol	µg/dL	Serum	ECLIA	2.3-19.4		(zirkadiane Rhythmik) ✓
Tyreoidea-stimulierendes Hormon (TSH)	mIU/L	Serum	ECLIA	0.44-3.77	✓	
Testosteron	µg/L	Serum	ECLIA	0.06-0.8 w	✓	

**VX.6c) Methoden und Referenzbereiche der Blutparameter des externen Labors**

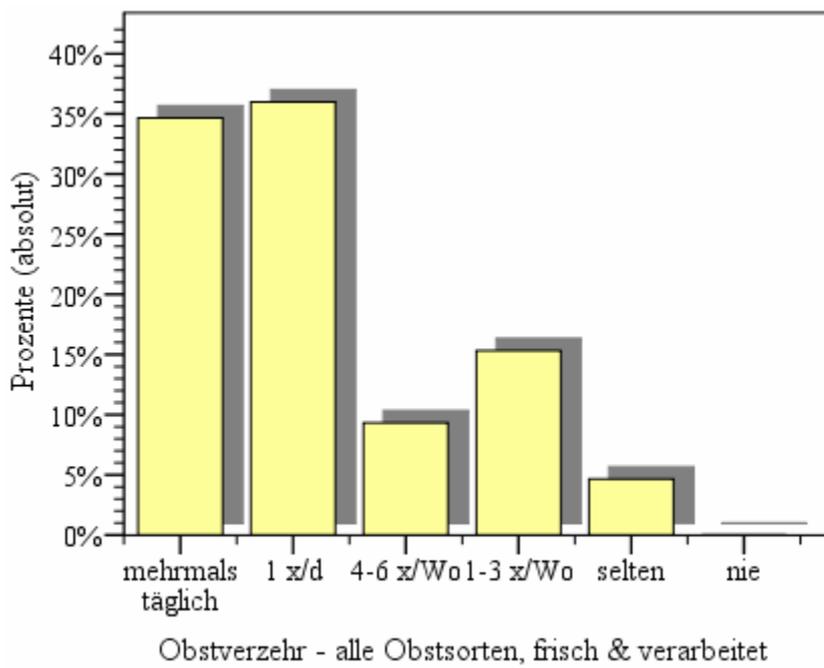
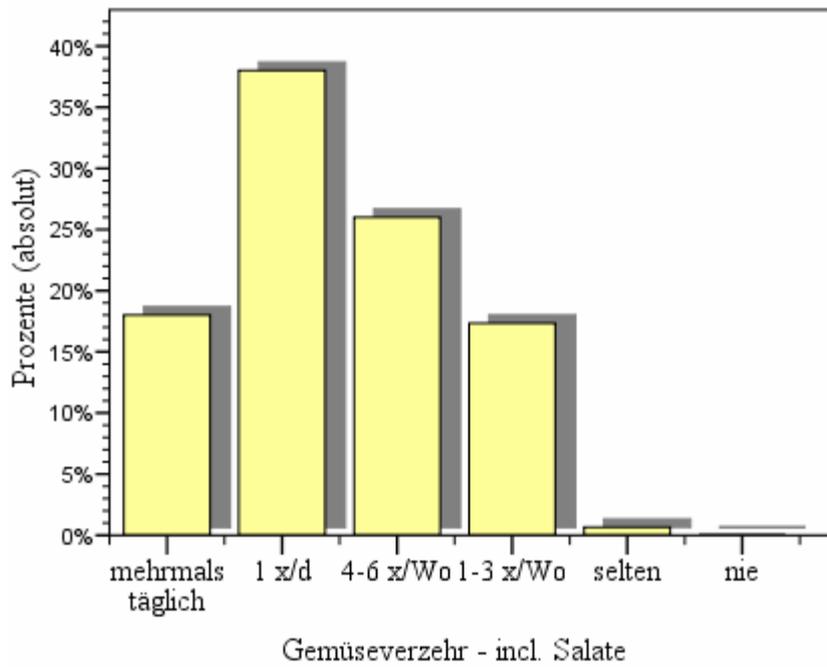
Freies Thyroxin (fT <sub>4</sub> )	pmol/L	Serum	ECLIA	2,8-8,0 m	
Gesamt-Trijodthyronin (gT <sub>3</sub> )	nmol/L	Serum	ECLIA	12,8-20,4	✓
✓ = labormedizinisch validiert und freigegeben					

<http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/zentrale-einrichtungen/klinische-chemie/home-praesentation/untersuchungen-leistungsverzeichnis.html>

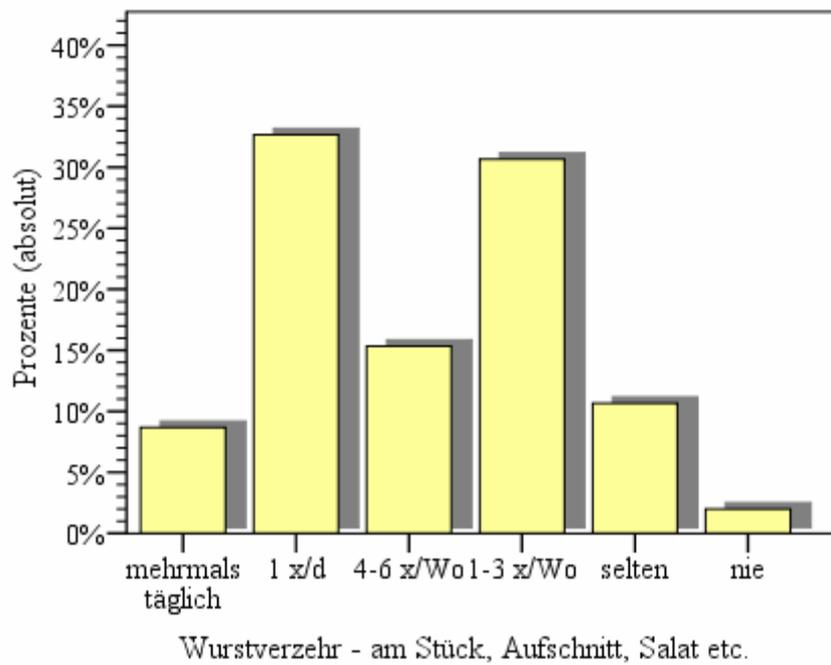
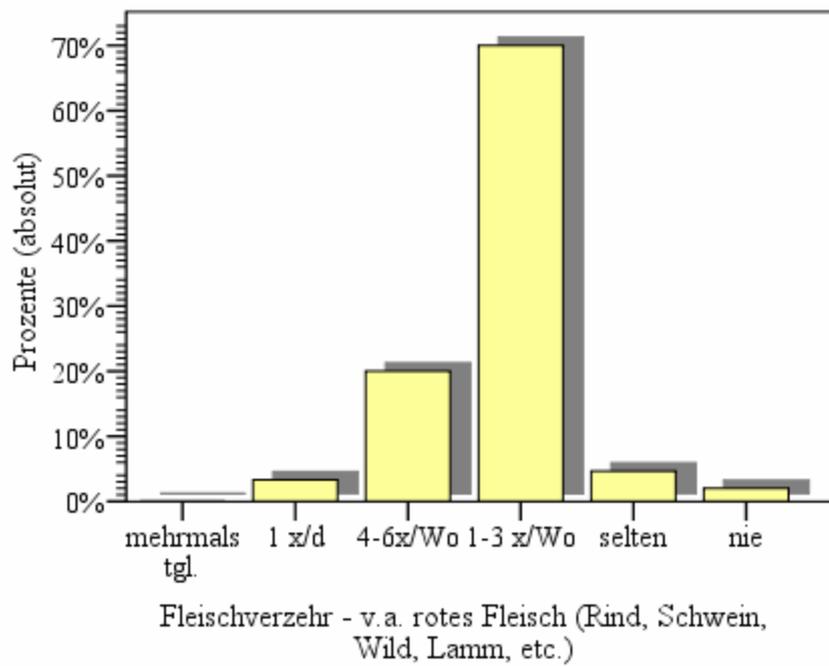
## **VI. Anhang**

- VY. Abbildungen

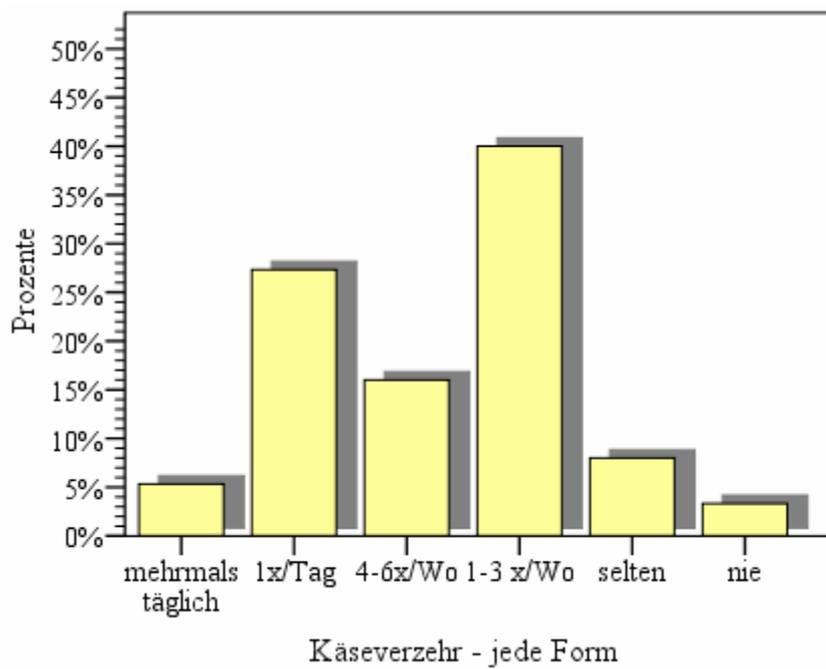
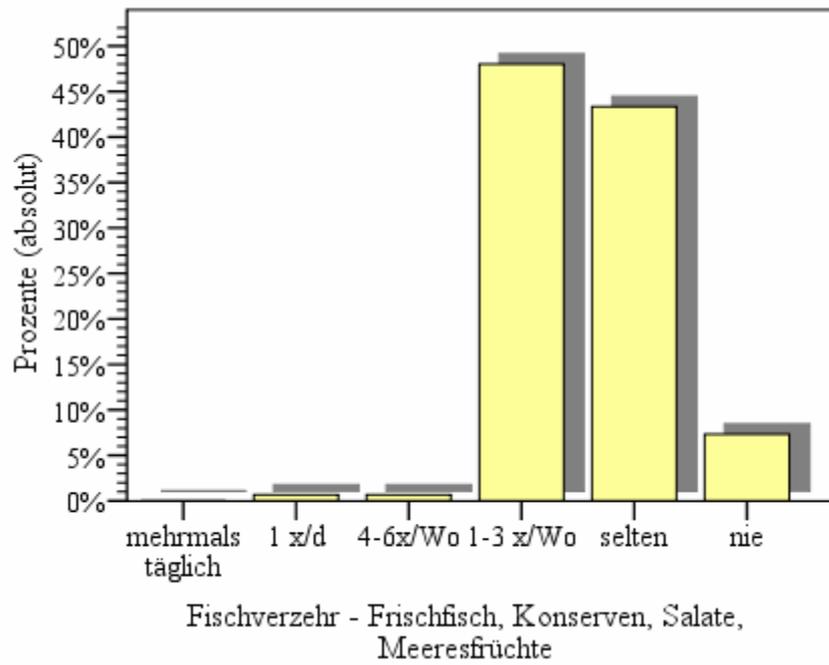
**VY.1a) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Gemüse & Obst)**



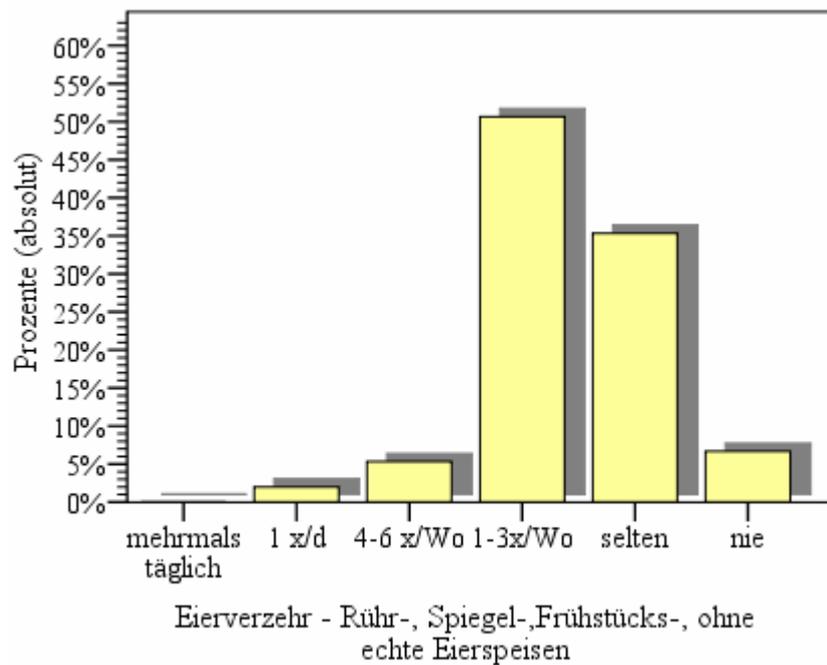
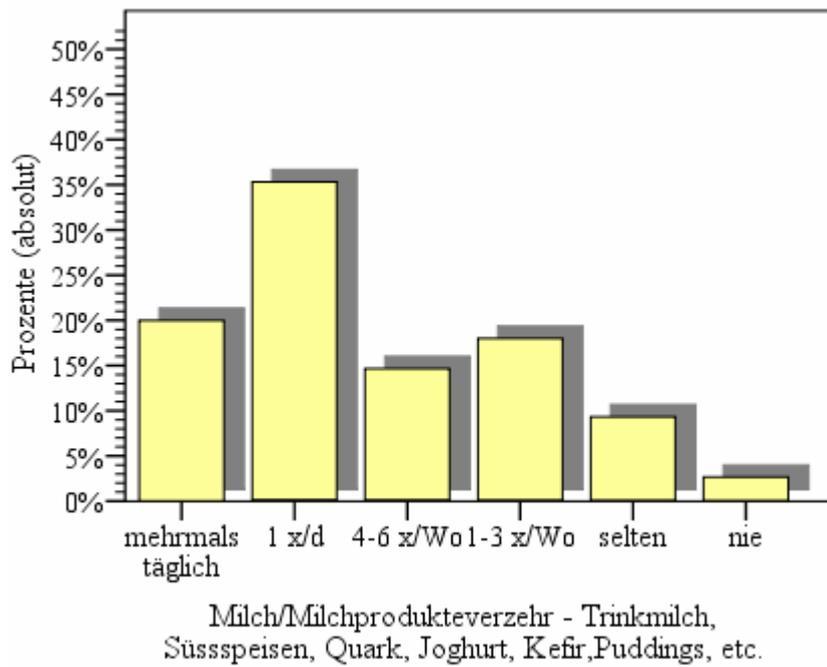
**VY.1b) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Fleisch & Wurst)**



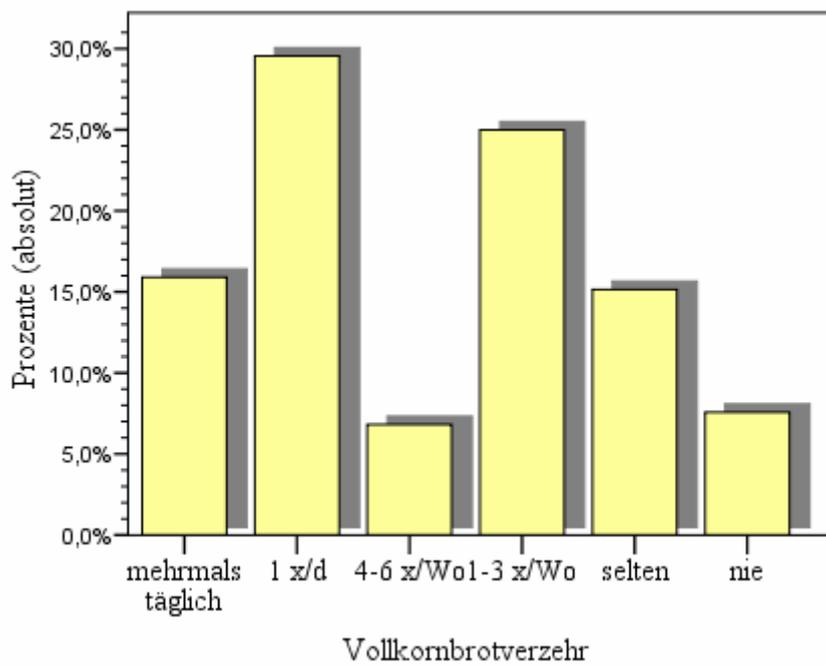
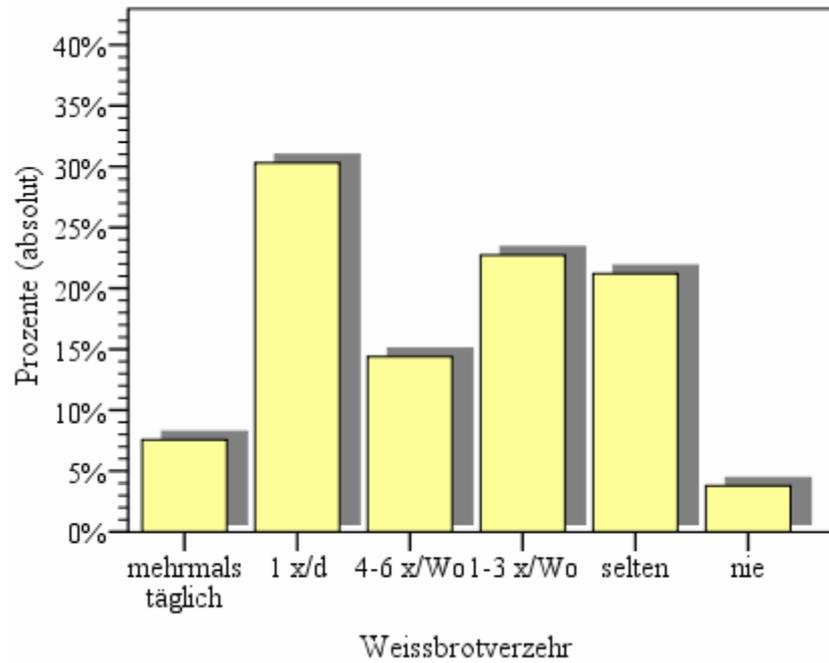
**VY.1c) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Fisch & Käse)**



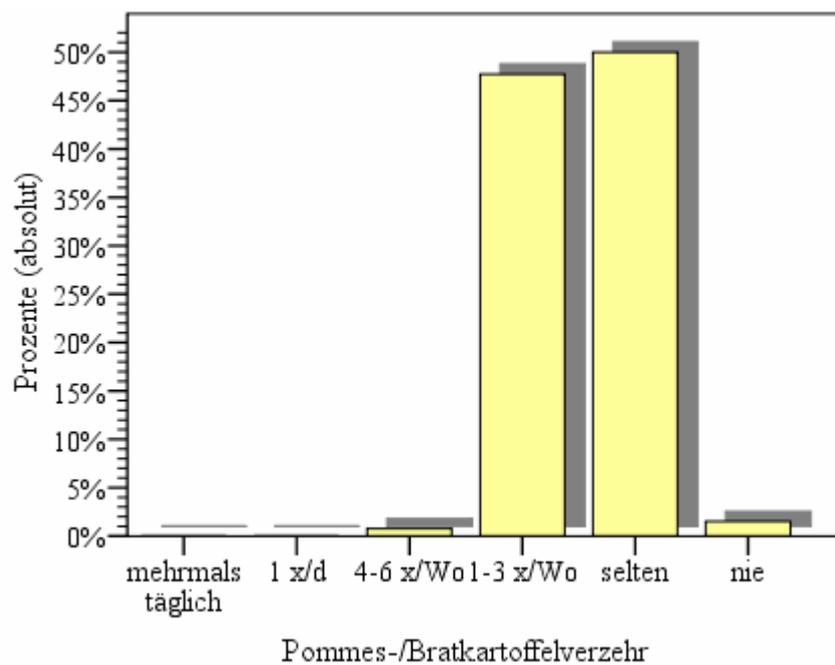
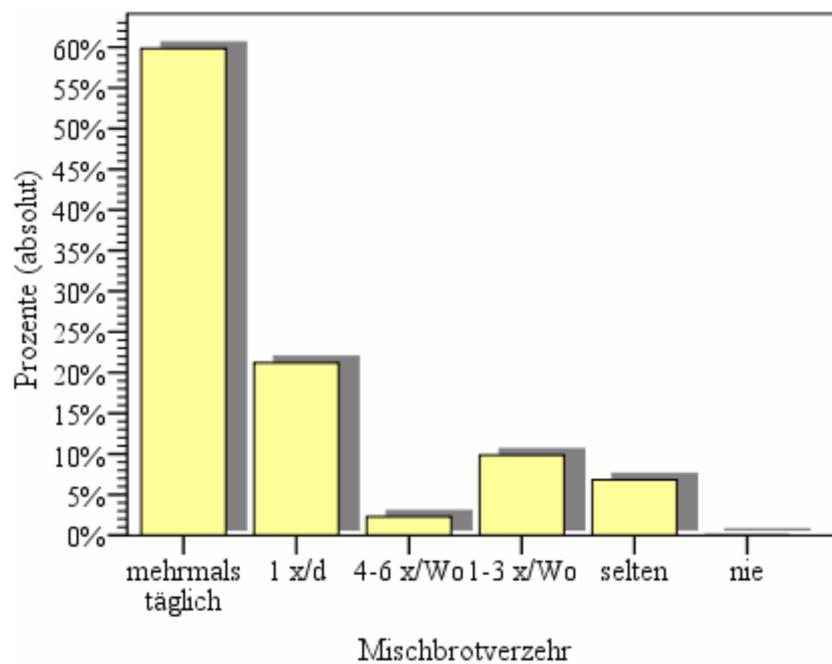
**VY.1d) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Milchprodukte & Eier)**



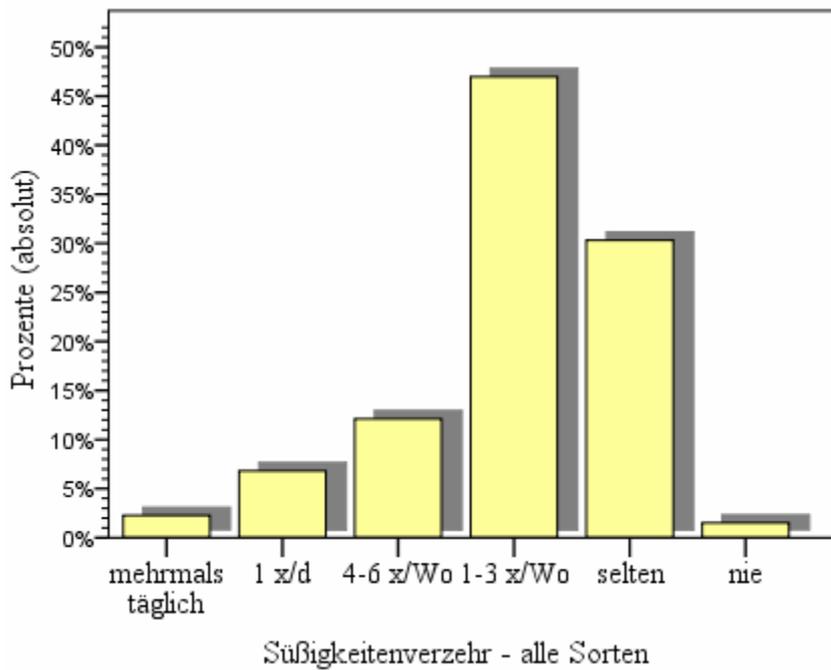
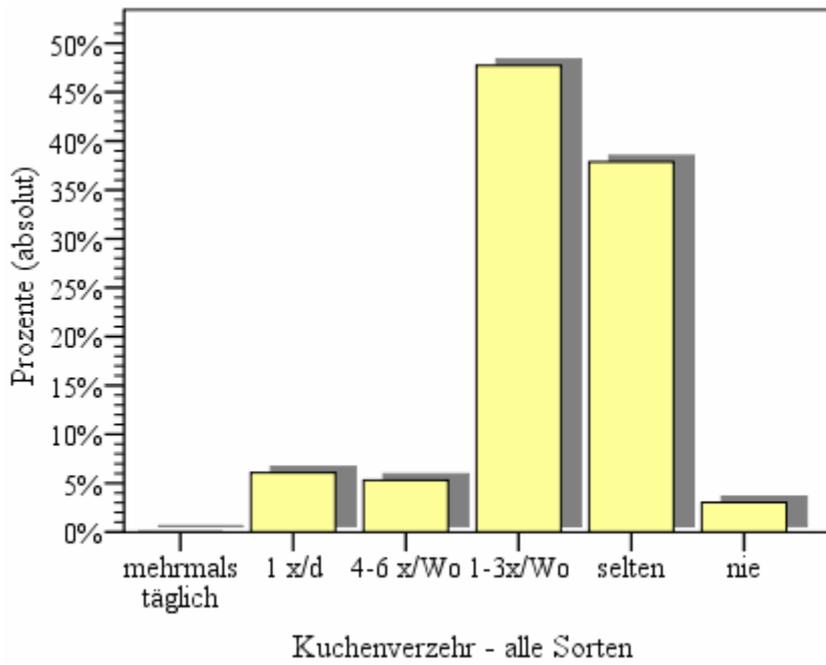
**VY.1e) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Weißbrot & Vollkornbrot)**



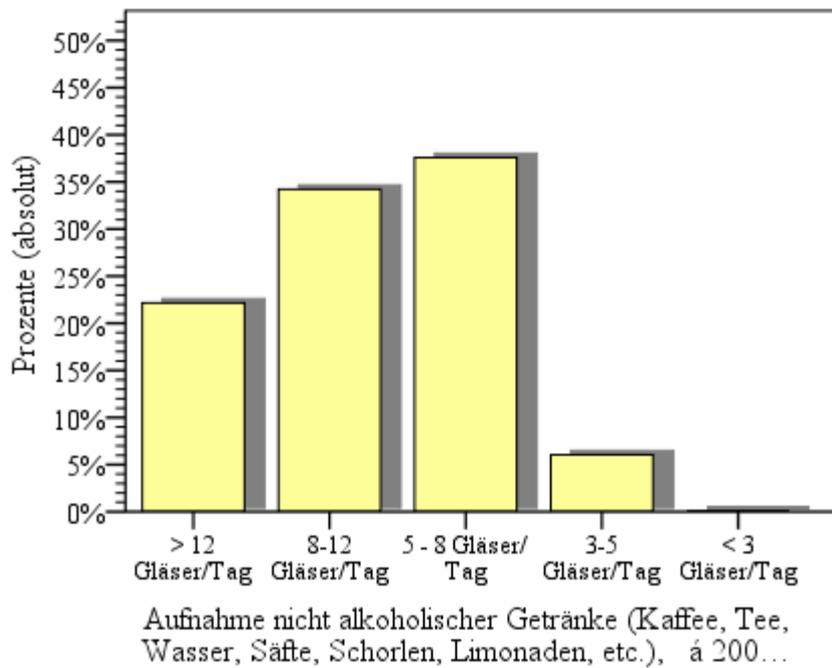
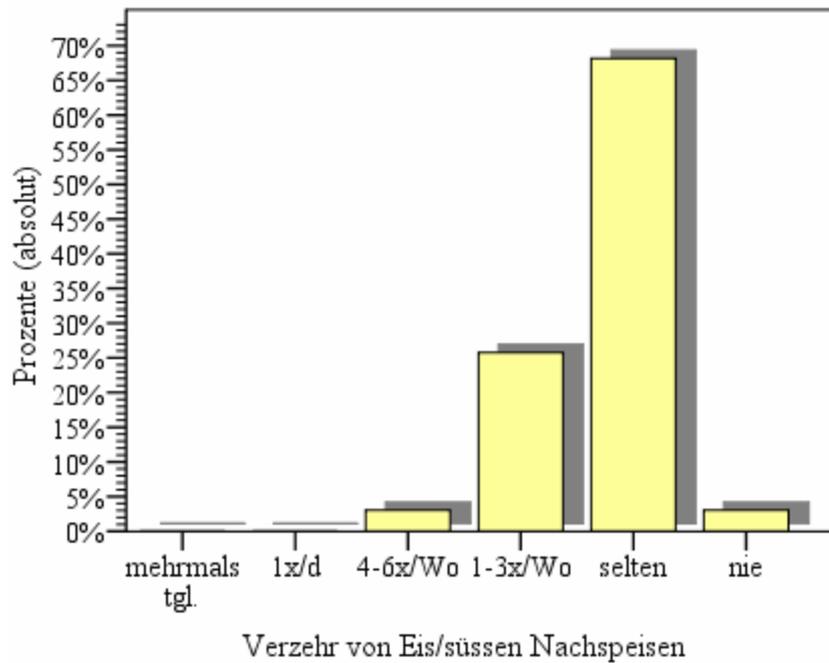
**VY.1f) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Mischbrot & Kartoffelprodukte)**



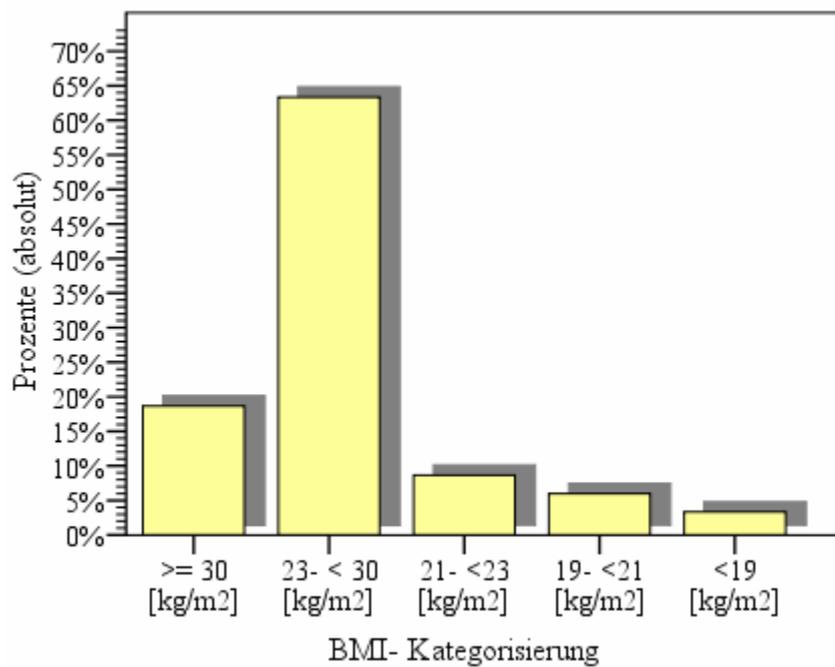
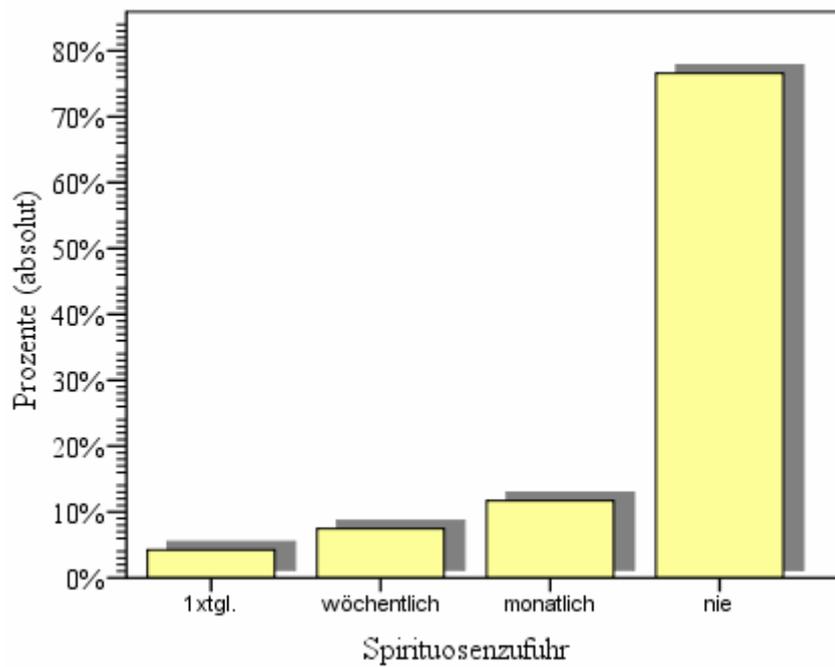
**VY.1g) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Kuchen & Süßigkeiten)**



**VY.1h) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Eis etc. & nicht alkoholische Getränke)**

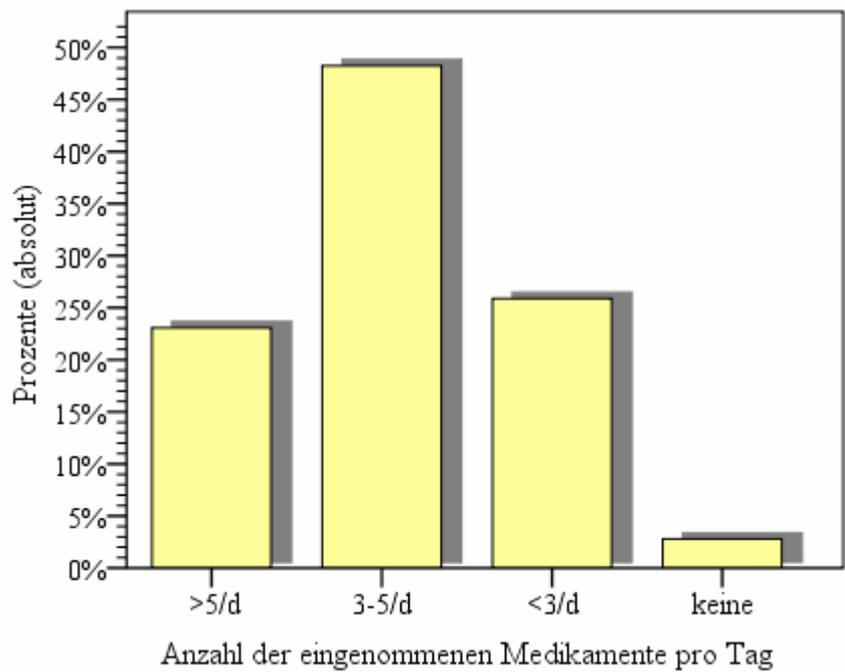
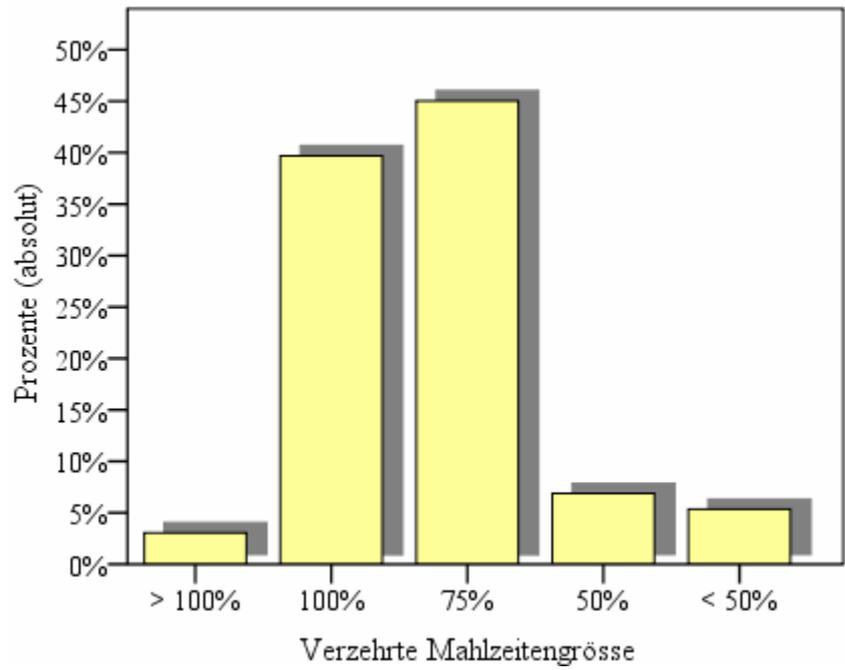


**VY.1i) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Spirituosen & BMI)**



Es fehlen die Balkendiagramme der Kategorien „Wein“ und „Bier“.

**VY.1j) HKF/M.G8 – Einzelanalysen der Fragebogen-Items (Mahlzeitengröße & Medikamente)**



## **VI. Anhang**

- VZ. Sonstiges

### **VZ.1 Fresenius BodyScout Multifrequenz-Bioimpedanzgerät**

Der BodyScout analysierte Wasserhaushalt und Körperzusammensetzung anhand der Bioimpedanzspektroskopie:

Gerätedaten:

- Fresenius Kabi AG, Bad Homburg, Deutschland
- Gerätetyp: MPG Gruppe 11a / CE 0123
- Wechselstrombetrieb: 50-800 [ $\mu$ A], 5 [kHz] - 1 [MHz] (stufenlos), 50 diskrete Frequenzen mit 0,05% Frequenzgenauigkeit
- Entspricht der EN 60601-1 (IEC 601-1), EN 60601-1-2
- Meßfunktion(en): Reaktanz (direkt), Resistanz (direkt), Phasenwinkel (direkt), Impedanz (elektr.Auflösung) 0,01 [ $\Omega$ ]
- Eingangsspannung: 24 [V] DC
- Gehört Klasse IIa (MDD 93/42/EWG, Anhang IX, Rgl.10) an
- Abgeleitete Körperkompartimente (Modellierung): ECW, ICW, TBW, BCM, FFM, FAT, LTM
- Stromaufnahme: 1A-Akku, Lithium-Ionen-Akku (Nennspannung: 14,8 [V], Kapazität: 2000 mAH)

**VZ.2 Allgemeingültige Befehle und Einstellungen der Softwaremaske *geroMAT*,**

**Version Alpha-01**

\* = Pflichtfeld

**Handlungsaufforderung** = erscheint in roter Schrift bei nicht ausgefülltem Pflichtfeld

**Zurücksetzen** / **Weiter** = Möglichkeit des Wechsels zwischen den Maskenansichten

**Hilfe** = Öffnet das Hilfsmenü (Programmfunktionen & Hinweise zur Programmbenutzung)

**R** = Kennzeichnet Zusatzinformationen, die in der Sitzungsübersicht abrufbar sind

**V** = Markiert die Möglichkeit einen Datensatz aus dem System zu löschen

**VZ.3a) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universität Ulm-Neurologische Ambulanz	Patienten ID
CRF Seite 1 von 10	Datum

o Geschlecht	<input type="checkbox"/> m	<input type="checkbox"/> w
o Alter	<input type="text"/> <input type="text"/> Jahre	
o Nichtdominante Hand	<input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts
<b>o Ausschlusskriterien</b>		
* Mangelhafte intellektuelle/sprachliche Fähigkeiten	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
* Verständnis der Patienteninformation nicht gegeben	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
* Akuterkrankung, Dialyse, Herzschrittmacher	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
* Starke Angst vor Blutentnahmen	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
* Alter < 60 Jahre	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
<b>o Erscheinungsbild</b>		
o Haut	.....	
o Haare	.....	
o Haltung	.....	
o Ausstrahlung/Wirkung	.....	
o Fingernägel	.....	
o Zähne/Gebiß	.....	
o Anämie	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
o Prämorbid Adipositas	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
o Ödeme	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
o Kachexie	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
o Sarkopenie	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
o Apathie	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

**VZ.3b) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universitätsklinikum Ulm-Innere Medizin I		Patienten ID	
CRF Seite 2 von 10			
<b>ANTHROPOMETRIE</b>			
o Größe	_ _ _  (cm)		
o Aktuelles Gewicht	_ _ _ . _ _  (kg)		
o BMI	_ _ . _ _  (kg/m <sup>2</sup> )		
o Gewicht vor 1 Monat	<input type="checkbox"/> eher abgenommen	_ _  (kg)	
	<input type="checkbox"/> eher zugenommen	_ _  (kg)	
	<input type="checkbox"/> in etwa gleich		
o Gewicht vor 3 Monaten	<input type="checkbox"/> eher abgenommen	_ _  (kg)	
	<input type="checkbox"/> eher zugenommen	_ _  (kg)	
	<input type="checkbox"/> in etwa gleich		
o Gewicht vor 6 Monaten	<input type="checkbox"/> eher abgenommen	_ _  (kg)	
	<input type="checkbox"/> eher zugenommen	_ _  (kg)	
	<input type="checkbox"/> in etwa gleich		
o Kniehöhe	_ _ . _ _  (cm)		
REE (kcal/d)=	AMA=	AMU=	MNAvor=
PAL=	TEE (kcal/d)=	GNRI=	MNAhaupt=
			MNAges=
<b>Maßung OAU</b>			
Oberarmumfang [cm]	I.	II.	III.
	* Ø=		
<b>Maßung WU</b>			
Wadenumfang [cm]	I.	II.	III.
	* Ø=		
<b>Maßung THF</b>			
Triceps hautfaltendicke [mm]	I.	II.	III.
	* Ø=		
<b>Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)- Rohdaten</b>			
Impedanz			
Phasenwinkel [°]			
Resistanz			
Reaktanz			
BCM [kg]			
FFM [kg]			
FAT [kg]			
ECM [kg]			
ECM/BCM			

**VZ.3c) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universitätsklinikum Ulm-Innere Medizin I	Patienten ID
CRF Seite 3 von 10	

<b>KOGNITION</b>	
o Diagnose	<input type="checkbox"/> MCI* <input type="checkbox"/> DAT* <input type="checkbox"/> Vaskuläre Demenz <input type="checkbox"/> Andere .....
o MMSE	_ _
Testdatum/Uhrzeit	_ _ . _ _ . _ _ / _ _ . _ _
o GDS	_ _
Testdatum/Uhrzeit	_ _ . _ _ . _ _ / _ _ . _ _
Medikation für Depression	<input type="checkbox"/> keine..... <input type="checkbox"/> .....
<i>*Mild Cognitive Impairment/Demenz vom Alzheimer Typ</i>	

**VZ.3d) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

BIOCHEMIE			
<b>I. Mikronährstoff-Screening</b>			
Vitamin E	Vitamin C	Lycopin	β-Carotin
BM*	BM	BM	BM
P	P	P	P
Coenzym Q.10	Vitamin B1	Vitamin B2	Vitamin B6
P			
Vitamin B12	Folsäure	Homocystein	25-Hydroxy-D3
Kupfer	Natrium	Kalium	Calcium
Magnesium	Jod	Zink	Eisen
Eisensättigung	Ferritin	Transferrin	Lösl.Transferrinrez.
<b>II. Sonstiges</b>			
Gesamtcholesterin	Triglyceride	HDL	LDL
TSH/gT3/T4	HbA1C	Gesamtprotein	Albumin
Harnstoff	Harnsäure	Kreatinin	CRP
ALT	AST	Alkalische Phosphatase	Cholinesterase
<b>III. Blutbild</b>			
* BM=Buccalmucosa/P=Plasma			
GFR=			

**VZ.3e) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universitätsklinikum Ulm-Innere Medizin I	Patienten ID
CRF Seite 5.1. von 10	

GE SUNDHEIT SZU STAND I GZI			
Akute Erkrankung	<input type="checkbox"/> keine		
Chronische Erkrankung	<input type="checkbox"/> keine		
Chronische Schmerzen	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel
Psychischer Streß	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> familiär	<input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beruflich
Erkrankung des GI-Traktes	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> Reflux	<input type="checkbox"/> Dysphagie
	<input type="checkbox"/> Ösophagitis	<input type="checkbox"/> Gastritis	<input type="checkbox"/> CA Gaster
	<input type="checkbox"/> CA Ösophagus	<input type="checkbox"/> CA Darm	
Dekubits/Wundheilungsstörung	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel
Funktionelle Einschränkungen (Gelenke, Arthrosen,Steifheit)	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel
Mobilität	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel
	<input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/> im Haus	<input type="checkbox"/> im Garten
	<input type="checkbox"/> außer Haus		
Barthel-Index		/100 Pkt.	
"Timed up and go" (TUG) möglich?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
	<input type="checkbox"/> ohne Gehhilfe	<input type="checkbox"/> mit Gehhilfe	
	<input type="checkbox"/> sec.	<input type="checkbox"/> erhöhtes Sturzrisiko	
Karnofsky-Index		%	
Veränderungen im Energiebedarf	<input type="checkbox"/> reduziert	<input type="checkbox"/> erhöht	<input type="checkbox"/> normal
Zahnstatus/Zahnprobleme	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel
	<input type="checkbox"/> ausgeprägt		
Zahn-Prothese (n)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Appetit	<input type="checkbox"/> reduziert	<input type="checkbox"/> erhöht	<input type="checkbox"/> normal
Dermatose	<input type="checkbox"/> keine		
Infektanfälligkeit	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> ausgeprägt



**VZ.3g) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universität Ulm-Neurologische Ambulanz	Patienten ID
CRF Seite 6 von 10	

<b>MEDIKAMENTE NEINNAHME</b>		
Medikament	Dosis	Indikation
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
Multimedikation		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

<b>NAHRUNG SERGANZUNG SMITTEL (NEM) [Vitamin-/Phytopräparate; Trink-/Aufbaunahrung]</b>		
<input type="checkbox"/> Einnahme von NEM	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> Welche NEM und wieviel?	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	
<input type="checkbox"/> Selbstmedikation?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> Vom Arzt verordnet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

Bemerkungen: .....



**VZ.3i) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universität Ulm-Neurologische Ambulanz	Patienten ID
CRF Seite 8 von 10	

<b>NAHRUNG SAUFNAHME</b>	
o Zubereitung der Nahrung	<input type="checkbox"/> selbständig <input type="checkbox"/> teilweise Hilfe nötig <input type="checkbox"/> nur mit Hilfe möglich <input type="checkbox"/> unmöglich
o Hilfe bei Zubereitung	<input type="checkbox"/> Partner/Familie/Haushaltshilfe <input type="checkbox"/> Service"Essen auf Rädern" <input type="checkbox"/> Heim-/Pflegepersonal
o Einschränkungen	<input type="checkbox"/> Dysphagie <input type="checkbox"/> Zahnprobleme/Gebiß <input type="checkbox"/> Kauprobleme <input type="checkbox"/> .....
o Ernährungsgewohnheit	<input type="checkbox"/> keine spezielle <input type="checkbox"/> O ovovegetarier <input type="checkbox"/> Vegetarier (Ovolakto-) <input type="checkbox"/> Laktovegetarier <input type="checkbox"/> Veganer <input type="checkbox"/> Diät.....
o Nahrungsaufnahme	<input type="checkbox"/> selbständig <input type="checkbox"/> teilweise Hilfe nötig <input type="checkbox"/> nur mit Hilfe möglich <input type="checkbox"/> unmöglich
<b>Derzeitige Ernährungsform</b>	<input type="checkbox"/> normale Kost <input type="checkbox"/> passierte Kost <input type="checkbox"/> Formula-ergänzt <input type="checkbox"/> enteral (PEG, o.ä.) <input type="checkbox"/> parenteral <input type="checkbox"/> vermeidet/verweigert:.....
<b>Anteil an verzehrter Mahlzeit bezogen auf Ø Portionsgröße</b>	<input type="checkbox"/> < 50% <input type="checkbox"/> 50-75% <input type="checkbox"/> 75-100% <input type="checkbox"/> .....
<b>Geschmackliche Beurteilung durch Patient</b> ".....SCHMECKT....."	<input type="checkbox"/> immer <input type="checkbox"/> meistens <input type="checkbox"/> manchmal <input type="checkbox"/> selten <input type="checkbox"/> nie
<b>Sättigung</b> ".....SATT....."	<input type="checkbox"/> immer <input type="checkbox"/> meistens <input type="checkbox"/> manchmal <input type="checkbox"/> selten

**VZ.3j) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universität Ulm-Neurologische Ambulanz	Patienten ID
CRF Seite 9 von 10	

**HAUFIGKEIT VERZEHRTER LEBENSMITTEL**

<b>Mahlzeitenhäufigkeit/Tag</b>				
Hauptmahlzeit (HMZ)	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> 3 HMZ	<input type="checkbox"/> 2 HMZ	<input type="checkbox"/> 1 HMZ
Zwischenmahlzeit (ZMZ)	<input type="checkbox"/> selten/nie	<input type="checkbox"/> 3 ZMZ	<input type="checkbox"/> 2 ZMZ	<input type="checkbox"/> 1 ZMZ

<i>LMHäufigkeit</i>	<i>Obst</i>	<i>Gemüse</i>	<i>Fleisch</i>	<i>Fisch</i>
mehrmals täglich				
1x/Tag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-6x/Woche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3x/Woche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
selten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<i>LMHäufigkeit</i>	<i>Geflügel</i>	<i>Wurst</i>	<i>Käse</i>	<i>Nüsse</i>
mehrmals täglich				
1x/Tag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-6x/Woche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3x/Woche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
selten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<i>LMHäufigkeit</i>	<i>Getreide/Mehl</i>	<i>Milchprod.</i>	<i>Hülsenfrüchte</i>	<i>Eier</i>
mehrmals täglich				
1x/Tag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-6x/Woche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3x/Woche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
selten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<i>LMHäufigkeit</i>	<i>Alkohol</i>	<i>Flüssigkeit allg.</i>	
< 3 Gläser/Tassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	morgens.....
3-5 Gläser/Tassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vom.....
> 5 Gläser/Tassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mittags.....
nie	<input type="checkbox"/>		nami.....
pro Monat	<input type="checkbox"/>		abends.....
			spätabends.....

<b>Zubereitungs-fette</b>	<input type="checkbox"/> Butter	<input type="checkbox"/> Margarine	<input type="checkbox"/> Olivenöl	<input type="checkbox"/> .....
---------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

**VZ.3k) Case Report Form der Studie am Beispiel Neurologie**

Universität Hohenheim-Institut 140a Universität Ulm-Neurologische Ambulanz	Patienten ID
CRF Seite 10 von 10	

**SUBJEKTIVE EINSCHÄTZUNG DES EZ**

Patient	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schlecht
Untersucher	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schlecht

**BISHERIGE ERNÄHRUNGSTHERAPIE**

o Seit wann ET?	_ _ . _ _ _ _  (MM.JJJJ)
o Produkt(e)/Firma?	..... ..... ..... .....
o Wo ET? Durch wen?	..... ..... ..... .....

**Bemerkun**g .....

.....

.....

.....

.....

**VZ.4a) Zusammenfassung der Endanalysen – Vorhersage von MNA<sup>®</sup> und „RiskMal“**

RiskMal:

auROC	Logistic Regression	Support Vector Machine
All Features	0.712	0.673
Feature Selection (Information Gain)	0.822	0.779
	SVM	Logistic Regression
Risk Mal	0.739	0.795

Mna:

correlation coefficient	Linear Regression	
All Features	0.5699	
Feature Selection (Greedy)	0.6634	
	Linear Regression	Gaussian Process
Mna	0.5167	0.6367

**VZ.4b) Zusammenfassung der Endanalysen („RiskMal“: Logistische Regression)**

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

Correctly Classified Instances	100	66.6667 %
Incorrectly Classified Instances	50	33.3333 %
Kappa statistic	0.3325	
Mean absolute error	0.357	
Root mean squared error	0.5013	
Relative absolute error	71.4047 %	
Root relative squared error	100.2448 %	
Total Number of Instances	150	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.711	0.378	0.659	0.711	0.684	0.712	-1
	0.622	0.289	0.676	0.622	0.648	0.712	1
Weighted Avg.	0.667	0.335	0.667	0.667	0.666	0.712	

=== Confusion Matrix ===

```

a b <-- classified as
54 22 | a = -1
28 46 | b = 1

```

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

Correctly Classified Instances	114	76 %
Incorrectly Classified Instances	36	24 %
Kappa statistic	0.5192	
Mean absolute error	0.276	
Root mean squared error	0.4202	
Relative absolute error	55.197 %	
Root relative squared error	84.0212 %	
Total Number of Instances	150	

```

a b <-- classified as
62 14 | a = -1
22 52 | b = 1

```

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.816	0.297	0.738	0.816	0.775	0.822	-1
	0.703	0.184	0.788	0.703	0.743	0.822	1
Weighted Avg.	0.76	0.242	0.763	0.76	0.759	0.822	

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

Correctly Classified Instances	111	74 %
Incorrectly Classified Instances	39	26 %
Kappa statistic	0.4789	
Mean absolute error	0.26	
Root mean squared error	0.5099	
Relative absolute error	52 %	
Root relative squared error	101.9694 %	
Total Number of Instances	150	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.816	0.338	0.713	0.816	0.761	0.739	-1
	0.662	0.184	0.778	0.662	0.715	0.739	1
Weighted Avg.	0.74	0.262	0.745	0.74	0.738	0.739	

=== Confusion Matrix ===

```

a b <-- classified as
62 14 | a = -1

```

**VZ.4c) Zusammenfassung der Endanalysen („RiskMal“: Support Vector Machine)**

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

```

Correctly Classified Instances      101      67.3333 %
Incorrectly Classified Instances    49      32.6667 %
Kappa statistic                    0.346
Mean absolute error                0.3267
Root mean squared error            0.5715
Relative absolute error            65.3333 %
Root relative squared error        114.2972 %
Total Number of Instances         150
    
```

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.711	0.365	0.667	0.711	0.688	0.673	-1
	0.635	0.289	0.681	0.635	0.657	0.673	1
Weighted Avg.	0.673	0.328	0.674	0.673	0.673	<b>0.673</b>	

=== Confusion Matrix ===

```

a b <-- classified as
54 22 | a = -1
27 47 | b = 1
    
```

---

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

```

Correctly Classified Instances      117      78 %
Incorrectly Classified Instances    33      22 %
Kappa statistic                    0.5591
Mean absolute error                0.22
Root mean squared error            0.469
Relative absolute error            44 %
Root relative squared error        93.7982 %
Total Number of Instances         150
    
```

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.855	0.297	0.747	0.855	0.798	0.779	-1
	0.703	0.145	0.825	0.703	0.759	0.779	1
Weighted Avg.	0.78	0.222	0.786	0.78	0.779	0.779	

=== Confusion Matrix ===

```

a b <-- classified as
65 11 | a = -1
22 52 | b = 1
    
```

---

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

```

Correctly Classified Instances      117      78 %
Incorrectly Classified Instances    33      22 %
Kappa statistic                    0.5592
Mean absolute error                0.22
Root mean squared error            0.469
Relative absolute error            44 %
Root relative squared error        93.7982 %
Total Number of Instances         150
    
```

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.842	0.284	0.753	0.842	0.795	0.779	-1
	0.716	0.158	0.815	0.716	0.763	0.779	1
Weighted Avg.	0.78	0.222	0.784	0.78	0.779	<b>0.779</b>	

=== Confusion Matrix ===

```

a b <-- classified as
64 12 | a = -1
21 53 | b = 1
    
```

**VZ.4d) Zusammenfassung der Endanalysen (MNA®: Logistische Regression)**

=== Stratified cross-validation ===  
 === Summary ===

Correctly Classified Instances	112	74.6667 %
Incorrectly Classified Instances	38	25.3333 %
Kappa statistic	0.4923	
Mean absolute error	0.3191	
Root mean squared error	0.4242	
Relative absolute error	63.8107 %	
Root relative squared error	84.8291 %	
Total Number of Instances	150	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.816	0.324	0.721	0.816	0.765	0.795	-1
	0.676	0.184	0.781	0.676	0.725	0.795	1
Weighted Avg.	0.747	0.255	0.751	0.747	0.745	0.795	

=== Confusion Matrix ===

```

a b <-- classified as
62 14 | a = -1
24 50 | b = 1

```

=== Cross-validation ===  
 === Summary ===

Correlation coefficient	0.5699
Mean absolute error	2.3561
Root mean squared error	3.1316
Relative absolute error	91.7403 %
Root relative squared error	92.6933 %
Total Number of Instances	150

=== Cross-validation ===  
 === Summary ===

Correlation coefficient	0.6634
Mean absolute error	2.2111
Root mean squared error	2.8215
Relative absolute error	86.0934 %
Root relative squared error	83.5135 %
Total Number of Instances	150

=== Cross-validation ===  
 === Summary ===

Correlation coefficient	0.5167
Mean absolute error	2.2409
Root mean squared error	3.0564
Relative absolute error	87.2511 %
Root relative squared error	90.4648 %
Total Number of Instances	150

=== Cross-validation ===  
 === Summary ===

Correlation coefficient	0.6367
Mean absolute error	1.9559
Root mean squared error	2.6184
Relative absolute error	76.1571 %
Root relative squared error	77.503 %

**VZ.5 Mini-Nutritional Assessment® - Deutsche Version**



Anamnesebogen zur Bestimmung  
des Ernährungszustandes älterer Menschen  
Mini nutritional Assessment MNA™

Name:	Vorname:	Geschlecht:	Datum:
Alter, Jahre:	Gewicht, kg:	Größe, cm:	Kniehöhe, cm:

Füllen Sie den Bogen aus, indem Sie die zutreffenden Zahlen in die Kästchen eintragen. Addieren Sie die Zahlen in den ersten Kästchen.  
Wenn der Wert 11 oder kleiner ist, fahren Sie mit der Anamnese fort, um den Gesamt-Index zu erhalten.

**Vor-Anamnese**

**A Hat der Patient einen verminderten Appetit? Hat er während der letzten 3 Monate wegen Appetitverlust, Verdauungsproblemen, Schwierigkeiten beim Kauen oder Schlucken weniger gegessen (Anorexie)?**  
0 = schwere Anorexie  
1 = leichte Anorexie  
2 = keine Anorexie

**B Gewichtsverlust in den letzten 3 Monaten**  
0 = Gewichtsverlust > 3 kg  
1 = weiß es nicht  
2 = Gewichtsverlust zwischen 1 und 3 kg  
3 = kein Gewichtsverlust

**C Mobilität / Beweglichkeit**  
0 = vom Bett zum Stuhl  
1 = in der Wohnung mobil  
2 = verläßt die Wohnung

**D Akute Krankheit oder psychischer Stress während oder letzten 3 Monate?**  
0 = ja    2 = nein

**E Psychische Situation**  
0 = schwere Demenz oder Depression  
1 = leichte Demenz oder Depression  
2 = keine Probleme

**F Körpermassenindex (Body Mass Index, BMI) (Körpergewicht / (Körpergröße)<sup>2</sup>, in kg/m<sup>2</sup>)**  
0 = BMI < 19  
1 = 19 ≤ BMI < 21  
2 = 21 ≤ BMI < 23  
3 = BMI ≥ 23

**Ergebnis der Vor-Anamnese**  
(max. 14 Punkte)

12 Punkte oder mehr:    normaler Ernährungszustand  
11 Punkte oder weniger:    Gefahr der Mangelernährung

**Anamnese**

**G Wohnsituation: Lebt der Patient unabhängig zu Hause?**  
1 = ja    0 = nein

**H Medikamentenkonsum: Nimmt der Patient mehr als 3 Medikamente (pro Tag)?**  
0 = ja    1 = nein

**I Hautprobleme: Schorf oder Druckgeschwüre?**  
0 = ja    1 = nein

**J Mahlzeiten: Wieviele Hauptmahlzeiten ißt der Patient pro Tag?**  
0 = 1 Mahlzeit  
1 = 2 Mahlzeiten  
2 = 3 Mahlzeiten

**K Lebensmittelauswahl: ißt der Patient**

- mindestens einmal pro Tag Milchprodukte? ja  nein
- mindestens ein- bis zweimal pro Woche Hülsenfrüchte oder Eier? ja  nein
- jeden Tag Fleisch, Fisch oder Geflügel ja  nein

0.0 = wenn 0 oder 1 mal «ja»  
0.5 = wenn 2 mal «ja»  
1.0 = wenn 3 mal «ja»

**L ißt der Patient mindestens zweimal pro Tag Obst oder Gemüse?**  
1 = ja    0 = nein

**M Wieviel trinkt der Patient pro Tag? (Wasser, Saft, Kaffee, Tee, ...)**  
0.0 = weniger als 3 Gläser / Tassen  
0.5 = 3 bis 5 Gläser / Tassen  
1.0 = mehr als 5 Gläser / Tassen

**N Essensaufnahme mit / ohne Hilfe**  
0 = braucht Hilfe beim Essen  
1 = ißt ohne Hilfe, aber mit Schwierigkeiten  
2 = ißt ohne Hilfe, keine Schwierigkeiten

**O Glaubt der Patient, daß er gut ernährt ist?**  
0 = schwerwiegende Unter-/Mangelernährung  
1 = weiß es nicht oder leichte Unter-/Mangelernährung  
2 = gut ernährt

**P Im Vergleich mit gleichaltrigen Personen schätzt der Patient seinen Gesundheitszustand folgendermaßen ein:**  
0.0 = schlechter  
0.5 = weiß es nicht  
1.0 = gleich gut  
2.0 = besser

**Q Oberarmumfang (OAU in cm)**  
0.0 = OAU < 21  
0.5 = 21 ≤ OAU ≤ 22  
1.0 = OAU > 22

**R Wadenumfang (WU in cm)**  
0 = WU < 31  
1 = WU ≥ 31

Anamnese (max. 16 Punkte)

Ergebnis der Vor-Anamnese

Gesamt-Index (max. 30 Punkte)

**Auswertung des Gesamt-Index**

17-23.5 Punkte  Risikobereich für Unterernährung

Weniger als 17 Punkte  schlechter Ernährungszustand

Ref: Vellas B, Wilars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nutr Health Aging 2006; 10:456-465.  
Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Gulgoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J Geront 2001;56A: M366-377.  
Gulgoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10:466-487.  
© Nestlé, 1994, Revision 2006, N67200 12/99 10M  
For more information : www.mna-elderly.com

**VZ.6 Verbrauchsmaterial und Geräte der HPLC-(Vitamin-)Analytik**

pp- Autosamplervials, braun

Th. Geyer, Renningen, Deutschland

Alu- Crimp- Caps

Th. Geyer, Renningen, Deutschland

Pipetten Rainin Pipet- Lite

Mettler-Toledo, Giessen, Deutschland

Pipetten- Spitzen, gelb

Sarstedt, Nümbrecht, Deutschland

Reagenzgefäße 1,5 mL

Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Analysenwaage Laboratory L2200P

Sartorius, Göttingen, Deutschland

Tischzentrifuge 5415D mit Kühlung (4°C)

Eppendorf, Hamburg, Deutschland

**Anhang VZ.7      Aufklärungsschreiben und Einwilligung (Standard)**



**Universitätsklinikum Ulm  
Poliklinik für Neurologie**

**Universität Hohenheim  
Institut für Biologische Chemie und  
Ernährungswissenschaften**

**Ärztlicher Direktor:**

**Direktor:**

**Prof. Dr. med. A. C. Ludolph**  
Steinhövelstr. 1  
89075 Ulm

**Prof. Dr. med. H. K. Biesalski**  
Emil-Wolff-Str.14  
70593 Stuttgart-Hohenheim

Anmeldung: [REDACTED]

Telefon: [REDACTED]

Fax: [REDACTED]

**Probandeninformation**

**Titel der Studie:**

**Entwicklung eines computergestützten Programms zur Erfassung des Ernährungsstatus geriatrischer Personen**

Sehr geehrte Studienteilnehmerin,  
sehr geehrter Studienteilnehmer,

wir möchten Sie bitten über Ihre Teilnahme an einer wissenschaftlichen Untersuchung zum o. g. Thema zu entscheiden.

Dieses Formular soll dazu dienen, Sie über diese Untersuchung aufzuklären und Ihr Einverständnis für eine Teilnahme zu dokumentieren.

Das Computerprogramm, das entwickelt werden soll, dient der Erfassung des Ernährungszustands älterer Personen. Aufgrund der Auswertungen des Programms können Ernährungsempfehlungen individueller ausgesprochen und Therapien besser an den jeweiligen Patienten angepasst werden. Bevor Sie sich entscheiden, lesen Sie bitte dieses Informationsblatt sehr sorgfältig durch. Am Ende dieser Probandeninformation befindet sich ein Formular für Ihr schriftliches Einverständnis, ohne das ein Einschluss in diese Studie nicht möglich ist.

Unterschreiben Sie diese Einverständniserklärung nur, wenn Sie Art und Ablauf der Untersuchung vollständig verstanden haben, alle Fragen geklärt haben und sich über Ihre Rechte und Pflichten im Klaren sind und bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen.

### **Worum geht es in dieser Untersuchung?**

Das Risiko einer Mangelernährung steigt mit zunehmendem Alter. Sie kann durch eine verminderte Nahrungsaufnahme und einem erhöhten Nährstoffverbrauch bzw. -verlust hervorgerufen werden. Insbesondere Patienten der Geriatrie, in besonderem Maße aber Patienten mit kognitiven Einschränkungen, sind betroffen.

Anhand dieser Untersuchungsdaten soll am Institut für Biologische Chemie und Ernährungswissenschaft der Universität Hohenheim ein Computerprogramm entwickelt werden, welches eine frühzeitige Erkennung einer Fehl-oder Mangelernährung ermöglichen soll und so die schnelle Einleitung einer Ernährungstherapie unterstützt. Eine rechtzeitige und individuelle Therapie gewährleistet einen verbesserten Ernährungs-zustand, steigert die Lebensqualität des Patienten und trägt maßgeblich zur Besserung verschiedenster Grunderkrankungen bei.

Hierzu sind eine Befragung, die körperliche Vermessung, eine Blutentnahme und die schmerzfreie Entnahme von Schleimhaut aus der Wangenpartie nötig. Bei der Befragung geben stellvertretend das Heimpersonal oder, soweit möglich Sie selbst, Auskunft über die Verzehrshäufigkeiten bestimmter Lebensmittelgruppen, wie z.B. Fisch, Fleisch, Gemüse, über die Portionsgröße und über Ihr Geschmacksempfinden.

Während der körperlichen Untersuchung werden Standardgrößen wie z.B. das Körpergewicht und die Körpergröße erfasst. Zudem wird die Körperzusammensetzung völlig schmerzfrei und ohne großen Aufwand im Liegen bestimmt.

Zudem wird einmalig Blut entnommen, um Auskunft über die Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen, sowie über wichtige Stoffwechselprodukte, zu erhalten

Auch die Entnahme der Wangenschleimhaut ist ein sehr einfaches, schnell durch-führbares und schmerzfreies Verfahren. Hierbei wird der Mund die Wange vom Unter-sucher mit einer sehr weichen Zahnbürste gebürstet.

Abschliessend, auf Ihren Wunsch auch in einer zweiten Sitzung, erfolgt die Neuro-psychologische Untersuchung. Anhand dieser einfachen Testbatterie der Gedächtnissprechstunde der Uni Ulm lassen sich Gedächtnismängel definieren und mit dem Ernährungszustand in Verbindung bringen. Hierbei sind vor allem die B-Vitamine von grossem Interesse.

Die Untersuchungsmethoden sind Sie schmerzfrei.

### **Ablauf:**

Es kommen fünf verschiedene Untersuchungsmethoden zur Anwendung:

1. Befragung des Patienten
2. Körperliche Vermessung
3. Blutentnahme (die Blutproben werden aufgebraucht)
4. Gewinnung von Wangenschleimhaut
5. Neuropsychologische Untersuchung (Testbatterie der Uniklinik Ulm)

Die Ernährungsteile der Untersuchung werden von einer Ernährungswissenschaftlerin (Doktorandin) der Universität Hohenheim durchgeführt, die Neuropsychologische Untersuchung von einer Neuropsychologin der Uniklinik Ulm. **Beide Mitarbeiterinnen wurden zur vollkommenen Verschwiegenheit verpflichtet.**

**Alle** aus dieser Studie **erhobenen Daten** werden in **anonymisierter Form** an die Universität Hohenheim versandt, wo die eigentliche Aufarbeitung stattfindet.

### Welche Daten werden erhoben?

1. Befragung des Patienten
  - Essgewohnheiten und Häufigkeit bestimmter Lebensmittelgruppen
  - Geschmackempfinden
  - Medikamentenkonsum
  - allgemeine Lebensumstände (sozioökonomische Daten)
  - akute und chronische Erkrankungen
  - subjektives Befinden
  - Mobilität
  - bisherige Ernährungstherapie/n
  - Gewichtsentwicklung
2. Körperliche Vermessung
  - Körpergewicht
  - Körpergröße
  - Oberarmumfang
  - Wadenumfang
  - Körperzusammensetzung (Gehalt an Fett-/Muskelmasse, Körperwasser)
  - Hautfaltendickenmessung am Oberarm
3. Blutentnahme
  - Laborparameter (Cholesterin, Hämoglobin, Ferritin-/Transferrin- Rezeptor; CRP; RBP, Vitamine, Marker des Ernährungsstatus)
4. Gewinnung von Wangenschleimhaut
  - Werte, die Auskunft über den Ernährungsstatus geben können (Coenzym Q10,  $\beta$ -Carotin, Vitamin E, Vitamin C )
5. Neuropsychologische Untersuchung
  - Testverfahren zur Überprüfung des Lang-/Kurzzeitgedächtnisses, der Orientierung, Stimmung, der räumlichen Vorstellungskraft etc. (MMSE, MVGT, BDI, ADAScog, WMS, etc.)

### Risiko bzw. Nutzen dieser Untersuchung:

Als Studienteilnehmer ergeben sich für Sie die normalen Risiken einer Blutentnahme. Diese sind kleinere Nachblutungen und Hämatome an der Nadeleintrittsstelle oder sehr selten regionale Entzündungen.

Nebenwirkungen der Buccalmucosa-Gewinnung können geringe Blutungen der Wangenschleimhaut sein, hervorgerufen durch das „Abbürsten“ der Schleimhautzellen.

Durch die Studienteilnahme profitieren Sie, sowie das St. Anna Stift, da Sie gezielte und individuelle Informationen über Ihren Ernährungszustand erhalten. Falls ein Risiko bzw. eine bereits bestehende Mangelernährung festgestellt wird, erhalten Sie Ratschläge, wie Sie die Ernährung verbessern können.

### FREIWILLIGKEIT:

An diesem Forschungsprojekt nehmen Sie freiwillig teil. Ihr Einverständnis können Sie jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen. Alle bis dahin erhobenen Daten werden vernichtet.

### ERREICHBARKEIT DES PROJEKTLEITERS:

Sollten während des Verlaufes des Forschungsprojektes Fragen auftauchen, so können Sie jederzeit folgende(n) Ansprechpartner PD [REDACTED] unter der Telefonnummer erreichen: [REDACTED]

**VERSICHERUNG:**

Während der Teilnahme an dem Forschungsprojekt genießen Sie Versicherungsschutz. Es gelten die allgemeinen Haftungsbedingungen.

Einen Schaden, der Ihrer Meinung nach auf die Untersuchung zurückzuführen ist, melden Sie bitte unverzüglich dem Projektleiter.

**SCHWEIGEPFLICHT/DATENSCHUTZ:**

Alle Personen, welche Sie im Rahmen dieses Projektes betreuen, unterliegen der Schweigepflicht und sind auf das Datengeheimnis verpflichtet.

Die studienbezogenen Untersuchungsergebnisse sollen in anonymisierter Form in wissenschaftlichen Veröffentlichungen verwendet werden.

Soweit es zur Kontrolle der korrekten Datenerhebung erforderlich ist, dürfen autorisierte Personen (z.B.: des Auftraggebers, der Universität) Einsicht in die studienrelevanten Teile der Krankenakte nehmen.

Sofern zur Einsichtnahme autorisierte Personen nicht der oben genannten ärztlichen Schweigepflicht unterliegen, stellen personenbezogene Daten, von denen sie bei der Kontrolle Kenntnis erlangen, Betriebsgeheimnisse dar, die geheim zu halten sind.

.....  
Datum

Name des/der aufklärenden Arztes  
/Ärztin

**Universitätsklinikum Ulm  
Poliklinik für Neurologie**

**Universität Hohenheim  
Institut für Biologische Chemie und  
Ernährungswissenschaften**

**Ärztlicher Direktor:**

**Direktor:**

**Prof. Dr. med. A. C. Ludolph**  
Steinhövelstr. 1  
89075 Ulm

**Prof. Dr. med. H. K. Biesalski**  
Emil-Wolff-Str. 14  
70593 Stuttgart-Hohenheim

Anmeldung: [REDACTED]  
Fax: [REDACTED]

Telefon: [REDACTED]

***Einwilligungserklärung***

Name der Studie:

**Entwicklung eines computergestützten Programms zur Erfassung des Ernährungsstatus  
geriatrischer Personen**

Inhalt, Vorgehensweise, Risiken und Ziel des oben genannten Forschungsprojektes sowie die Befugnis zur Einsichtnahme in die erhobenen Daten hat mir

..... ausreichend erklärt.

Ich hatte Gelegenheit Fragen zu stellen und habe hierauf Antwort erhalten.

Ich hatte ausreichend Zeit, mich für oder gegen die Teilnahme am Projekt zu entscheiden.

Eine Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

Mir ist bekannt, dass eine speziell zur Verschwiegenheit verpflichtete Doktorandin der Universität Hohenheim die erhaltenen Daten anonymisiert nach Hohenheim weiterleitet.

Ich willige in die Teilnahme am Forschungsprojekt ein.

.....  
(Name des Probanden)

.....

.....  
Ort, Datum

(Unterschrift des Probanden)

***INFORMATION UND EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG ZUM DATENSCHUTZ***

Bei wissenschaftlichen Studien werden persönliche Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Speicherung, Auswertung und Weitergabe dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie folgende freiwillige Einwilligung voraus:

1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/ Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und **ohne Namensnennung** verarbeitet werden
- 2) Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass eine autorisierte und **zur Verschwiegenheit verpflichtete Person** (z.B.: des Auftraggebers, der Universität Hohenheim) in meine erhobenen personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung des Projektes notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Arzt von der ärztlichen Schweigepflicht.

.....  
(Name des Probanden)

.....

.....  
Ort, Datum

(Unterschrift des Probanden)

## **VZ.8 Aufklärungsschreiben und Einwilligung (Für gesetzliche Vertreter)**



**Universitätsklinikum Ulm  
Poliklinik für Neurologie**

**Universität Hohenheim  
Institut für Biologische Chemie und  
Ernährungswissenschaften**

**Ärztlicher Direktor:**

**Direktor:**

**Prof. Dr. med. A. C. Ludolph**  
Steinhövelstr. 1  
89075 Ulm

**Prof. Dr. med. H. K. Biesalski**  
Emil-Wolff-Str. 14  
70593 Stuttgart-Hohenheim

Anmeldung: [REDACTED]

Telefon: [REDACTED]

Fax: [REDACTED]

### **Probandeninformation (für Angehörige/Betreuer)**

**Titel der Studie:**

#### **Entwicklung eines computergestützten Programms zur Erfassung des Ernährungsstatus geriatrischer Personen**

Sehr geehrte Angehörige/Betreuerin,  
sehr geehrter Angehöriger/Betreuer,

wir möchten Sie bitten über die Teilnahme des(r) Proband/In an einer wissenschaftlichen Untersuchung zum o. g. Thema zu entscheiden.

Dieses Formular soll dazu dienen, Sie über diese Untersuchung aufzuklären und Ihr Einverständnis für eine Teilnahme zu dokumentieren.

Das Computerprogramm, das entwickelt werden soll, dient der Erfassung des Ernährungszustands älterer Personen. Aufgrund der Auswertungen des Programms können Ernährungsempfehlungen individueller ausgesprochen und Therapien besser an den jeweiligen Patienten angepasst werden. Bevor Sie sich entscheiden, dass der/die Patient/In an der Studie teilnimmt, lesen Sie bitte dieses Informationsblatt sehr sorgfältig durch. Am Ende dieser Probandeninformation befindet sich ein Formular für Ihr schriftliches Einverständnis, ohne das ein Einschluss in diese Studie nicht möglich ist.

Unterschreiben Sie diese Einverständniserklärung nur, wenn Sie Art und Ablauf der Untersuchung vollständig verstanden haben, alle Fragen mit dem an der Studie beteiligten Arzt geklärt haben und sich über die Rechte und Pflichten des Proband/In im Klaren sind und bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen.

### **Worum geht es in dieser Untersuchung?**

Das Risiko einer Mangelernährung steigt mit zunehmendem Alter. Sie kann durch eine verminderte Nahrungsaufnahme und einem erhöhten Nährstoffverbrauch bzw. -verlust hervorgerufen werden. Insbesondere Patienten der Geriatrie, in besonderem Maße aber Patienten mit kognitiven Einschränkungen, sind betroffen.

Anhand dieser Untersuchungsdaten soll am Institut für Biologische Chemie und Ernährungswissenschaft der Universität Hohenheim ein Computerprogramm entwickelt werden, welches eine frühzeitige Erkennung einer Fehl-oder Mangelernährung er-möglichen soll und so die schnelle Einleitung einer Ernährungstherapie unterstützt. Eine rechtzeitige und individuelle Therapie gewährleistet einen verbesserten Ernährungs-zustand, steigert die Lebensqualität des Patienten und trägt maßgeblich zur Besserung verschiedenster Grunderkrankungen bei.

Hierzu sind eine Befragung, die körperliche Vermessung, eine Blutentnahme und die schmerzfreie Entnahme von Schleimhaut aus der Wangenpartie nötig. Bei der Befragung geben stellvertretend das Heimpersonal oder, soweit möglich der Patient/In, Auskunft über die Verzehrshäufigkeiten bestimmter Lebensmittelgruppen, wie z.B. Fisch, Fleisch, Gemüse, über die Portionsgröße und über Ihr Geschmacksempfinden.

Während der körperlichen Untersuchung werden Standardgrößen wie z.B. das Körpergewicht und die Körpergröße erfasst. Zudem wird die Körperzusammensetzung völlig schmerzfrei und ohne großen Aufwand im Liegen bestimmt.

Zudem wird dem Probanden einmalig Blut entnommen, um Auskunft über die Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen, sowie über wichtige Stoffwechselprodukte, zu erhalten

Auch die Entnahme der Wangenschleimhaut ist ein sehr einfaches, schnell durchführbares und schmerzfreies Verfahren. Hierbei wird der Mund die Wange vom Untersucher mit einer sehr weichen Zahnbürste gebürstet.

Abschliessend, auf Wunsch des Patienten auch in einer zweiten Sitzung, erfolgt die Neuropsychologische Untersuchung. Anhand dieser einfachen Testbatterie der Gedächtnissprechstunde der Uni Ulm lassen sich kognitive Mängel definieren und mit dem Ernährungszustand in Verbindung bringen. Hierbei sind vor allem die B-Vitamine von grossem Interesse.

Die Untersuchungsmethoden sind für den Patienten schmerzfrei.

### **Ablauf:**

Es kommen fünf verschiedene Untersuchungsmethoden zur Anwendung:

1. Befragung des Patienten
2. Körperliche Vermessung
3. Blutentnahme (die Blutproben werden aufgebraucht)
4. Gewinnung von Wangenschleimhaut
5. Neuropsychologische Untersuchung (Testbatterie der Uniklinik Ulm)

Alle Erhebungen sollen planungsgemäss innerhalb einer Sitzung durchgeführt werden.

Auf Wunsch des Patienten oder aufgrund dessen Ermüdung kann die Untersuchung auch auf zwei Sitzungen aufgeteilt werden.

Die Ernährungssteile der Untersuchung werden von einer Ernährungswissenschaftlerin (Doktorandin) der Universität Hohenheim durchgeführt, die Neuropsychologische Untersuchung von einer Neuropsychologin der Uniklinik Ulm. **Beide Mitarbeiterinnen wurden zur vollkommenen Verschwiegenheit verpflichtet.**

**Alle** aus dieser Studie **erhobenen Daten** werden in **anonymisierter Form** an die Universität Hohenheim versandt, wo die eigentliche Aufarbeitung stattfindet.

### Welche Daten werden erhoben?

1. Befragung des Patienten
  - Essgewohnheiten und Häufigkeit bestimmter Lebensmittelgruppen
  - Geschmacksempfinden
  - Medikamentenkonsum
  - allgemeine Lebensumstände (sozioökonomische Daten)
  - akute und chronische Erkrankungen
  - subjektives Befinden
  - Mobilität
  - bisherige Ernährungstherapie/n
  - Gewichtsentwicklung
2. Körperliche Vermessung
  - Körpergewicht
  - Körpergröße
  - Oberarmumfang
  - Wadenumfang
  - Körperzusammensetzung (Gehalt an Fett-/Muskelmasse, Körperwasser)
  - Hautfaltendickenmessung am Oberarm
3. Blutentnahme
  - Laborparameter (Cholesterin, Hämoglobin, Ferritin-/Transferrin- Rezeptor; CRP; RBP, Vitamine, Marker des Ernährungszustandes)
4. Gewinnung von Wangenschleimhaut
  - Werte, die Auskunft über den Ernährungsstatus geben können (Coenzym Q10,  $\beta$ -Carotin, Vitamin E, Vitamin C )
5. Neuropsychologische Untersuchung
  - Testverfahren zur Überprüfung des Lang-/Kurzzeitgedächtnisses, der Orientierung, Stimmung, der räumlichen Vorstellungskraft etc. (MMSE, MVGT, BDI, ADAScog, WMS, etc.)

### Risiko bzw. Nutzen dieser Untersuchung:

Als Studienteilnehmer ergeben sich für Sie die normalen Risiken einer Blutentnahme. Diese sind kleinere Nachblutungen und Hämatome an der Nadeleintrittsstelle oder sehr selten regionale Entzündungen.

Nebenwirkungen der Buccalmucosa-Gewinnung können geringe Blutungen der Wangenschleimhaut sein, hervorgerufen durch das „Abbürsten“ der Schleimhautzellen.

Durch die Studienteilnahme profitieren Sie, sowie das St. Anna Stift, da Sie gezielte und individuelle Informationen über den Ernährungszustand des Patienten/In erhalten. Falls ein Risiko bzw. eine bereits bestehende Mangelernährung festgestellt wird, erhalten Sie Ratschläge, wie Sie die Ernährung verbessern können.

### FREIWILLIGKEIT:

An diesem Forschungsprojekt nimmt der Patient/In freiwillig teil. Ihr Einverständnis können Sie jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen. Alle bis dahin erhobenen Daten werden vernichtet.

### ERREICHBARKEIT DES PROJEKTLEITERS:

Sollten während des Verlaufes des Forschungsprojektes Fragen auftauchen, so können Sie jederzeit folgende(n) Ansprechpartner PD [REDACTED] unter der Telefonnummer erreichen: [REDACTED]

**VERSICHERUNG:**

Während der Teilnahme an dem Forschungsprojekt genießen Sie Versicherungsschutz. Es gelten die allgemeinen Haftungsbedingungen.

Einen Schaden, der Ihrer Meinung nach auf die Untersuchung zurückzuführen ist, melden Sie bitte unverzüglich dem Projektleiter.

**SCHWEIGEPFLICHT/DATENSCHUTZ:**

Alle Personen, welche Sie im Rahmen dieses Projektes betreuen, unterliegen der Schweigepflicht und sind auf das Datengeheimnis verpflichtet.

Die studienbezogenen Untersuchungsergebnisse sollen in anonymisierter Form in wissenschaftlichen Veröffentlichungen verwendet werden.

Soweit es zur Kontrolle der korrekten Datenerhebung erforderlich ist, dürfen autorisierte Personen (z.B.: des Auftraggebers, der Universität) Einsicht in die studienrelevanten Teile der Krankenakte nehmen.

Sofern zur Einsichtnahme autorisierte Personen nicht der oben genannten ärztlichen Schweigepflicht unterliegen, stellen personenbezogene Daten, von denen sie bei der Kontrolle Kenntnis erlangen, Betriebsgeheimnisse dar, die geheim zu halten sind.

.....  
Datum

.....  
Name des/der aufklärenden Arztes  
/Ärztin

**Universitätsklinikum Ulm  
Poliklinik für Neurologie**

**Universität Hohenheim  
Institut für Biologische Chemie und  
Ernährungswissenschaften**

**Ärztlicher Direktor:**

**Direktor:**

**Prof. Dr. med. A. C. Ludolph**  
Steinhövelstr. 1  
89075 Ulm

**Prof. Dr. med. H. K. Biesalski**  
Emil-Wolff-Str.14  
70593 Stuttgart-Hohenheim

Anmeldung: [REDACTED]  
Fax: [REDACTED]

Telefon: [REDACTED]

***Einwilligungserklärung für Angehörige/Betreuer***

Name der Studie:

**Entwicklung eines computergestützten Programms zur Erfassung des Ernährungsstatus geriatrischer Personen**

Inhalt, Vorgehensweise, Risiken und Ziel des oben genannten Forschungsprojektes sowie die Befugnis zur Einsichtnahme in die erhobenen Daten hat mir .....  
ausreichend erklärt.

Ich/der Patient/In, hatte Gelegenheit Fragen zu stellen und habe hierauf Antwort erhalten.

Ich/der Patient/In, hatte ausreichend Zeit, mich/sich für oder gegen die Teilnahme am Projekt zu entscheiden.

Eine Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

Mir ist bekannt, dass eine speziell zur Verschwiegenheit verpflichtete Doktorandin der Universität Hohenheim die erhaltenen Daten anonymisiert nach Hohenheim weiterleitet.

Ich willige in die Teilnahme am Forschungsprojekt ein.

.....  
(Name des Probanden)

.....  
(Unterschrift des Angehörigen/Betreuers)

.....  
(Unterschrift Proband, falls möglich)

.....  
Ort, Datum

.....  
(Unterschrift des Aufklärenden)

***INFORMATION UND EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG ZUM DATENSCHUTZ***

Bei wissenschaftlichen Studien werden persönliche Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Speicherung, Auswertung und Weitergabe dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie folgende freiwillige Einwilligung voraus:

1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/ Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und **ohne Namensnennung** verarbeitet werden
- 2) Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass eine autorisierte und **zur Verschwiegenheit verpflichtete Person** (z.B.: des Auftraggebers, der Universität Hohenheim) in meine erhobenen personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung des Projektes notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Arzt von der ärztlichen Schweigepflicht.

.....  
(Name des Probanden)

.....  
(Unterschrift des Angehörigen/Betreuers)

.....  
Ort, Datum

.....  
(Unterschrift des Probanden, falls möglich)

**VZ.9a) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.1)**



**Erfassung des Ernährungsstatus von Senioren**

**Malnutrition assessment and therapy (MAT) for gerontologic patients**



Abb. VZ.11.1: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Programmansichtsmaske

**VZ.9b) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.2)**



**Neuen Patienten anlegen**

Name, Vorname oder ID

Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)

Geschlecht  männlich  weiblich

Zurücksetzen

Weiter

**Patientendaten bearbeiten**

Name, Vorname oder ID	Geburtsdatum	Geschlecht	Anzahl Sitzungen	Löschen
<b>BF006</b>	20.06.1938	weiblich	0	<b>V</b>
<b>BS001</b>	18.01.1940	männlich	0	<b>V</b>
<b>Mustermann, Muster</b>	20.05.1926	männlich	0	<b>V</b>
<b>zh78</b>	20.03.1990	weiblich	0	<b>V</b>

Abb. VZ.11.2: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Basisdaten, ID-Vergabe (Datenschutzfunktion) und Sitzungsübersicht mit LösCHFunktion(en)

VZ.9c) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.3)

The screenshot shows the 'geroMAT' software interface. At the top left is the logo 'MAT gero'. The main title is 'Anthropometrie für Mustermann, Muster' in green text, with the subtitle 'Sitzung Nr. 1 (16.07.10)' below it. A yellow bar at the top right contains the word 'Hilfe'. The data entry section consists of several rows, each with a text label, a text input field, and a unit label. The labels are: 'Körpergröße', 'Kniehöhe (alternativ zu Körpergröße)', 'Gewicht (aktuell)', 'Trat in letzter Zeit ein Gewichtsverlust ein?', 'Gewicht (vor 1 ▾ Monaten)', 'Oberarm', and 'Trizeps'. The units are: 'cm', 'cm', 'kg', 'kg', 'cm', and 'mm' respectively. At the bottom left is a 'Zurücksetzen' button, and at the bottom right is a 'Weiter' button.

Körpergröße	<input type="text"/>	cm
Kniehöhe (alternativ zu Körpergröße)	<input type="text"/>	cm
Gewicht (aktuell)	<input type="text"/>	kg
Trat in letzter Zeit ein Gewichtsverlust ein?	<input type="text"/>	kg
Gewicht (vor 1 ▾ Monaten)	<input type="text"/>	cm
Oberarm	<input type="text"/>	mm
Trizeps	<input type="text"/>	

Abb. VZ.11.3: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Dokumentation anthropometrischer Messgrößen und Gewichtsverluste

VZ.9d) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.4)

**MAT gero** **Biochemische Parameter für Mustermann, Muster** **Hilfe**

**Sitzung Nr. 1 (16.07.10)**

Hämoglobin	<input type="text"/>	mg/dl
Transketolase-Aktivität	<input type="text"/>	% Aktivitätssteigerung durch TPP
Vitamin B <sub>6</sub> im Serum	<input type="text"/>	µg/L Pyridoxalphosphat
1,25-Dihydroxycholecalciferol im Serum	<input type="text"/>	pg/mL
Albumin im Serum	<input type="text"/>	g/L
Harnstoff im Serum	<input type="text"/>	mg/dL
Kreatinin im Serum	<input type="text"/>	mg/dL
Cholesterin	<input type="text"/>	mg/dL

**Zurücksetzen** **Weiter** **\*Pflichtfeld**

Abb. VZ.11.4: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Eingabemaske biochemischer (Labor-) Marker

VZ.9e) Screenshots geroMAT, Version Alpha-01 (VZ.11.5: Teil 1)



## Gesundheitszustand von Mustermann, Muster

Sitzung Nr. 1 (16.07.10)

Hilfe

### Leidet der Patient zur Zeit an:

- akute Erkrankung  keine
  - chronische Erkrankung  keine
  - chronische Schmerzen  keine
  - kognitive Einschränkungen  keine
  - Depressionen  keine
  - psychischer Stress (z.B. Verlust des Partners)
  - Dekubitus/Mundheilstörungen
  - funktionelle Einschränkungen/Mobilität  keine
  - veränderter Energiebedarf (z.B. durch Hyperaktivität)  reduziert
- Barthel-Index:  Punkte
- Timed 'Up and Go' Test:  sec
- Karnofsky-Index:  %
- Mini Mental State Examination:  Punkte

→ Fortsetzung siehe folgende Seite

**VZ.9e) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.5: Teil 2)**

Barthel-Index:  Punkte

Timed 'Up and Go' Test:  sec

Karnofsky-Index:  %

veränderter Energiebedarf (z.B. durch Hyperaktivität)  reduziert

Wie viel unterschiedliche Medikamente werden täglich eingenommen?  ACE-Hemmer  
Analgetika  
Antacida  
Antiarrhythmika  
Antibiotika

Sind anhand des körperlichen Erscheinungsbildes folgende Störungen wahrscheinlich?  keine

Zurücksetzen

Bei Auswahl mehrerer Optionen erfolgt die Markierung über die STRG-Taste

Weiter

Abb. VZ.11.5: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Maske zur Dokumentation des Gesundheitszustandes inklusive der Morbiditäten, Kognition und Medikation(en)

**VZ.9f) Screenshots geroMAT, Version Alpha-01 (VZ.11.6: Teil 1)**

**Informationen zur Nahrungsaufnahme von Mustermann, Muster**  
**Sitzung Nr. 1 (16.07.10)**

**MAT gero** **Hilfe**

Wie viel Mahlzeiten werden pro Tag in der Regel verzehrt?

3 Hauptmahlzeiten  
2 Hauptmahlzeiten  
1 Hauptmahlzeit  
3 Zwischenmahlzeiten

Wie viel wird von den Mahlzeiten verzehrt (bezogen auf eine durchschnittliche Portionsgröße)?

weniger als 50%

Wie beurteilt der Patient die angebotene Kost?

schmeckt immer

Welche der folgenden Einschränkungen liegen bei dem Patienten vor?

Appetitmangel  
Geschmacksveränderungen  
Schluckstörungen  
Probleme bei der Nahrungsaufnahme durch schlechten Zahnstatus

Bei Auswahl mehrerer Optionen erfolgt die Markierung über die STRG-Taste

**Wie häufig verzehren Sie folgende Lebensmittel?**

→ Fortsetzung siehe folgende Seite

**VZ.9f) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.6: Teil 2)**

**Wie häufig verzehren Sie folgende Lebensmittel?**

Obst	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Gemüse	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Fleisch	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>
Fisch	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Geflügel	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Wurst	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>
Käse	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Milchprodukte	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Eier	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>
Hülsenfrüchte	<input type="text" value="mehrmals täglich"/>	Flüssigkeitszufuhr	<input type="text" value="weniger als 3 Gläser/Tassen"/>		

Abb. VZ.11.6: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Übersicht der Essbiografie und Lebensmittelaufnahme(n)

**VZ.9g) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.7)**

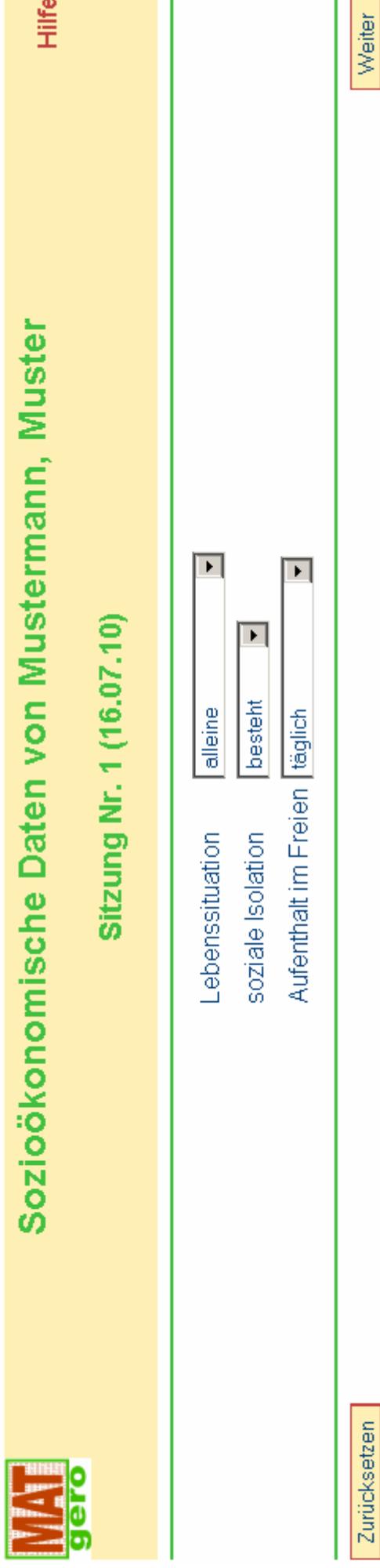


Abb. VZ.11.7: Screenshot *geroMAT* Version alpha-01 – Maske zur Erfassung sozioökonomischer Daten

**VZ.9h) Screenshots *geroMAT*, Version Alpha-01 (VZ.11.8)**

**MAT**  
**gero**

**Sitzungsübersicht - Mustermann, Muster**

Hilfe

Datum
Aktueller errechneter Ernährungszustand
Zusatzinformation
Gewichtsverlauf
Verlauf Ernährungszustand
Sitzung löschen

- **Neue Sitzung erstellen**
- **Zurück zur Patientenauswahl**

Abb. VZ.11.8: Screenshot *geroMAT* Version **alpha-01** – Individuelle (druckbare) Sitzungstübersicht

**VII. Curriculum Vitae**

---

<b>Persönliche Angaben</b>	Name	Cornelia Stefanie Ott-Renzer
	Geburtsdatum	20/03/1977
	Geburtsort	München
	Familienstand	verheiratet
<b>Schulbildung</b>	1987-1993	Bertha-von-Suttner-Gymnasium/Neu-Ulm
	1994-1997	Valckenburgschule Ulm (Ernährungswissenschaftliches Gymnasium)
	1997	Allgemeine Hochschulreife (Abitur)
<b>Akademische Bildung</b>	1998-1999	Technische Universität München-Weihenstephan (Grundstudium der Ökotrophologie)
	1999-2005	Universität Stuttgart-Hohenheim (Studium der Ernährungswissenschaften)
	2005	Diplom-Ernährungswissenschaftlerin (Vertiefungsrichtung: Klinische Ernährung)
	2007-2010	Universität Hohenheim (Doktorandin am Institut für Biologische Chemie und Ernährungswissenschaft(en) (140a))
<b>Diplomarbeit</b>	2004	Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, München Lehrkrankenhaus Ernährungsmedizin: <i>“Das Ausmaß oxidativen Stresses bei Adipösen während der Fasten- und Umstellungsphase eines Gewichtsreduktionsprogramms“</i>
<b>Berufliche Tätigkeiten</b>	2005	Studio „Marie-Anne“, Elchingen (Ernährungsberatung)
	2005-2006	Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Ernährungsmedizin und Prävention (180) (Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe „Metabolic Unit“)
	2005-2006	ZKES-Zentrum für Klinische Ernährung Stuttgart (Programmleitung am Optifast® Zentrum)
	2008-2009	Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Neurologie (Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe „Ernährung und Kognition“)
<b>(Wissenschaftliche) Betreuung</b>	2008-2009	Tischer Ingrid, Dismar Stefanie (Diplomandinnen) Anne-Sophie Biesalski (Praktikantin) Sabina Marisa Gualazzini (Projektarbeit zur Abschlußprüfung „Medizinische Dokumentation“)

<b>Publikationen/Vorträge</b>	2005	Kongress der Deutschen Adipositas Gesellschaft, Berlin, Diäten-Kontroversen; V-23: <u>Renzer C</u> , Hagen H, Funk S, Biesalski HK, Bischoff G, Wechsler JG: „ <i>Oxidativer Stress Adipöser bei Gewichtsreduktion</i> “
	2006	Bischoff SC, <u>Renzer C</u> : „ <i>Nausea and nutrition</i> “, Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical; 2006 Oct 30;129 (1-2):22-7
	2007	Donnerstags-(Ärzte-)Fortbildung am RKU-Rehabilitationskrankenhaus Ulm: <u>Renzer C</u> : „ <i>Ernährungsstatus von Senioren - Screening und Assessment</i> “
	2010	Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (2010), Mannheim, Poster (accepted): Nöth N, Dismar S, <u>Renzer CS</u> , Ludolph AC, Biesalski HK, von Arnim CAF: „ <i>Die Wirkung eines Multivitaminpräparates auf den Ernährungs- und Kognitionsstatus von Patienten mit Demenzerkrankungen</i> “
	2010	Dismar S, <u>Renzer CS</u> , Nöth N, Ludolph AC, Biesalski HK, von Arnim CAF: „ <i>Multivitamin supplementation and nutritional status in cognitively impaired elderly: A two-month open label trial</i> “ Am J Clin Nutr (eingereicht)

Neu-Ulm, den 01.10.2010

### VIII. EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit bestätige ich, dass ich die im Fachbereich Ernährungswissenschaft(en) der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Stuttgart-Hohenheim eingereichte Dissertationsschrift mit dem Titel *„Entwicklung eines computergestützten Assessment-Tools zur Erfassung des Ernährungszustandes von Senioren“* selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe, die genutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben und die Arbeit in keinem anderen Fachbereich bzw. keiner anderen Fakultät zu Prüfungszwecken vorgelegt habe.

Neu-Ulm, den 01.10.2010

Cornelia Stefanie Ott-Renzer