

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit:

**Mineralstoffstatus von schwangeren gebürtigen
Österreicherinnen und schwangeren Frauen mit
Migrationshintergrund**

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Isolde Driussi
Matrikel-Nummer:	0203721
Studienrichtung/Studienzweig (lt. Studienblatt):	Ernährungswissenschaften
Betreuerin:	Ass.-Prof. Mag. Dr. Petra Rust

Wien, im Jänner 2010

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Mineralstoffstatus von schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund“ selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, keine anderen Quellen als die angegebenen benützt habe, und ich die benutzten Quellen an den wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Isolde Driussi

Wien, Jänner 2010

„Keine große Leistung wurde je aus dem Stegreif erbracht.

Und so müssen wir uns damit zufrieden geben,

überall auf die gleiche Weise vorwärts zu kommen – Schritt für Schritt.“

Samuel Smiles (1812-1904)

Ich möchte diese Arbeit all Jenen widmen, die mich im Laufe meines Lebens und vor allem während meines Studiums individuell und mit aller Kraft unterstützt und motiviert haben und euch auf diesem Wege ein herzliches Dankeschön dafür aussprechen.

„Nichts erschafft Zukunft besser als ein Traum.

Heute noch Utopie,

morgen schon lebendige Wirklichkeit.“

Viktor Hugo (1802-1885)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Literaturüberblick	3
2.1. Bedeutung der Mineralstoffe im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung während der Schwangerschaft.....	3
2.1.1. Die Bedeutung von Selen in der Schwangerschaft	5
2.1.2. Die Bedeutung von Zink in der Schwangerschaft	7
2.1.3. Die Bedeutung von Magnesium in der Schwangerschaft.....	8
2.1.4. Die Bedeutung von Eisen in der Schwangerschaft	10
2.1.5. Die Bedeutung von Kalzium in der Schwangerschaft.....	16
2.1.6. Natrium, Kalium und Chlorid	18
2.1.6.1. Die Bedeutung von Natrium in der Schwangerschaft.....	19
2.1.6.2. Die Bedeutung von Kalium in der Schwangerschaft	20
2.1.6.3. Die Bedeutung von Chlorid in der Schwangerschaft.....	21
2.2. Assoziationen zwischen Mineralstoffen und ausgewählten Schwangerschaftskomplikationen	21
2.2.1. Gestose/Prä-Eklampsie/Eklampsie	21
2.2.2. Schwangerschaftsdiabetes.....	24
3. Material und Methoden	25
3.1. Studiendesign.....	25
3.2. Stichprobenumfang.....	26
3.3. Aufbereitung der Blutproben für die Analyse	26
3.4. Analyse der untersuchten Mineralstoffe	27
3.4.1. Analyse von Selen.....	27
3.4.1.1. Analysemethoden für Selen	27

3.4.1.2. Gerätebeschreibung GF-AAS Perkin Elmar 5100	27
3.4.1.3. Lösungen und Standards für die Selenanalyse	28
3.4.1.4. Kalibrierung des GF-AAS	30
3.4.1.5. Probenvorbereitung für die Selenanalyse.....	30
3.4.1.6. Durchführung der Selenanalyse mit dem GF-AAS	30
3.4.1.7. Qualitätskontrolle der Selenanalyse.....	31
3.4.2. Analyse von Zink	32
3.4.2.1. Analysemethoden für Zink.....	32
3.4.2.2. Gerätebeschreibung F-AAS Perkin Elmar 5100	32
3.4.2.3. Lösungen und Standards für die Zinkanalyse	32
3.4.2.4. Kalibrierung des F-AAS.....	33
3.4.2.5. Probenvorbereitung für die Zinkanalyse.....	33
3.4.2.6. Durchführung der Zinkanalyse mit dem F-AAS	33
3.4.2.7. Qualitätskontrolle der Zinkanalyse.....	34
3.4.3. Analyse von Magnesium, Eisen und Kalzium	34
3.4.3.1. Analysemethoden für Magnesium	34
3.4.3.1.1. Prinzip des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System.....	34
3.4.3.2. Analysemethoden für Eisen	35
3.4.3.2.1. Prinzip des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System.....	35
3.4.3.3. Analysemethoden für Kalzium.....	35
3.4.3.3.1. Prinzip des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System.....	35
3.4.3.4. Kalibrierung des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System.....	36
3.4.3.5. Probenvorbereitung für Magnesium-, Eisen- und Kalziumanalyse.....	36
3.4.3.6. Testtyp und Testbedingungen	36
3.4.3.7. Durchführung der Analyse mit dem Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System	36
3.4.3.8. Qualitätskontrolle der Magnesium-, Eisen- und Kalziumanalyse	37
3.4.4. Analyse von Natrium, Kalium und Chlorid	37
3.4.4.1. Analysemethoden für Natrium	37
3.4.4.2. Analysemethoden für Kalium	37

3.4.4.3. Analysemethoden für Chlorid	38
3.4.4.4. Prinzip des NOVA CRT 10 Elektrolytsystems	38
3.4.4.5. Durchführung der Analyse von Natrium, Kalium und Chlorid mit dem NOVA CRT 10 Elektrolytsystem	38
3.4.4.6. Qualitätskontrolle des NOVA CRT 10 Elektrolytsystems	38
3.5. Qualitätssicherung	39
3.5.1. Variationskoeffizient (Präzision)	39
3.5.2. Wiederfindung (Richtigkeit)	39
3.5.3. Ergebnisse der gesamten Qualitätskontrolle aller Mineralstoffe	40
3.6. Statistik	41
4. Ergebnisse und Diskussion	42
4.1. Die Mineralstoffaufnahme der Probandinnen	42
4.2. Überblick der Ergebnisse der Mineralstoffstatusanalyse	43
4.2.1. Überblick über die Einnahme von Supplementen	45
4.3. Selen	48
4.4. Zink	51
4.5. Magnesium	56
4.6. Eisen	62
4.7. Kalzium	73
4.8. Natrium, Kalium und Chlorid	79
4.8.1. Natrium	79
4.8.2. Kalium	81
4.8.3. Chlorid	83
5. Schlussbetrachtung	86
6. Zusammenfassung	90
7. Summary	92

8. Literaturverzeichnis.....	94
9. Anhang.....	i

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Temperaturprogramm der Selenanalyse der GF-AAS.....	31
Tabelle 2: Dosiervolumen der Lösungen für die GF-AAS	31
Tabelle 3: Vitros - Testtyp und Testbedingungen von Magnesium, Eisen, Kalzium	36
Tabelle 4: Ergebnisse der Qualitätskontrolle aller Mineralstoffe	40
Tabelle 5: Natrium, Kalium und Chlorid: Präzision und Genauigkeit des NOVA CRT 10	41
Tabelle 6: Die Mittelwerte der Mineralstoffaufnahme der Probandinnen im Überblick mit den D-A-CH-Referenzwerten	42
Tabelle 7: Mineralstoffstatusanalyse im Überblick	43
Tabelle 8: Plasmaselenkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft	49
Tabelle 9: Plasmazinkkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft	53
Tabelle 10: Plasmamagnesiumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft.....	58
Tabelle 11: Plasmaeisenkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft	63
Tabelle 12: Hämoglobinkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft	64
Tabelle 13: Hämatokritwerte von allen untersuchten Schwangeren (n=112), sowie getrennt nach Herkunft.....	64

Tabelle 14: Plasmakalziumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft.....	75
Tabelle 15: Plasmanatriumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=50), sowie getrennt nach Herkunft.....	80
Tabelle 16: Plasmakaliumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=30), sowie getrennt nach Herkunft.....	82
Tabelle 17: Plasmachloridkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=52), sowie getrennt nach Herkunft.....	84
Tabelle 18: Mineralstoffaufnahme (MW und SD) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft	i
Tabelle 19: Mineralstoffaufnahme (Median und Perzentilen) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft	ii
Tabelle 20: Mineralstoffstatus im Plasma (Median und Perzentilen) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft	iii
Tabelle 21: Anzahl und Anteil der Probandinnen, die den jeweilig empfohlenen Referenzbereich erreichten bzw. nicht erreichten, getrennt nach Herkunftsgruppen	iv
Tabelle 22: Übersicht über die Einnahme von Supplementen von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft	v
Tabelle 23: Übersicht über Albumin und Gesamtprotein (MW, SD, Median und Perzentilen) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft.	v

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Dosis-Wirkungskurve eines essentiellen Metalls modifiziert nach Mertz, 1981	4
Abbildung 2: Mögliche Ursachen einer Mangelerkrankung während der Schwangerschaft modifiziert nach Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002	5
Abbildung 3: Bewertung des laborchemischen Status der einzelnen Mineralstoffe	44
Abbildung 4: Anzahl der verwendeten Supplemente pro Probandin	45
Abbildung 5: Einnahme von Eisensupplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund....	46
Abbildung 6: Einnahme von kombinierten Folsäure- und Eisensupplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund.....	47
Abbildung 7: Einnahme von Multivitamin-supplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund....	47
Abbildung 8: Einnahme von Magnesiumsupplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund....	48
Abbildung 9: Plasmaselenpiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	50
Abbildung 10: Bewertung der Plasmaselenkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund.....	51
Abbildung 11: Plasmazinkspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	53

Abbildung 12: Bewertung der Plasmazinkkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund ...	54
Abbildung 13: Korrelation zwischen der Zinkaufnahme in mg/MJ und den Plasmazinkspiegeln	55
Abbildung 14: Korrelation zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und den Plasmazinkspiegeln	55
Abbildung 15: Zusammenhang zwischen den Plasmazinkkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Zinkzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Zinksupplementeinnahme	56
Abbildung 16: Plasmamagnesiumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	58
Abbildung 17: Bewertung der Plasmamagnesiumkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	59
Abbildung 18: Korrelation zwischen der Magnesiumaufnahme in mg/MJ und den Plasmamagnesiumkonzentrationen	60
Abbildung 19: Zusammenhang zwischen den Plasmamagnesiumkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Magnesiumzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Magnesiumsupplementeinnahme.....	61
Abbildung 20: Plasmaeisenpiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	64
Abbildung 21: Hämoglobinspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	65

Abbildung 22: Hämatokritwerte von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	65
Abbildung 23: Bewertung der Plasmaeisenkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund.....	67
Abbildung 24: Bewertung der Hämoglobinkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund.....	68
Abbildung 25: Bewertung der Hämatokritwerte von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund....	68
Abbildung 26: Korrelation zwischen der Eisenaufnahme in mg/MJ und den Plasmaeisenkonzentrationen	69
Abbildung 27: Korrelation zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und den Plasmaeisenkonzentrationen	69
Abbildung 28: Korrelation zwischen dem Alter der Probandinnen und den Plasmaeisenkonzentrationen	70
Abbildung 29: Korrelation zwischen der Eisenaufnahme in mg/MJ und den Hämoglobinwerten	70
Abbildung 30: Korrelation zwischen Hämoglobinwerten in g/dl und Hämatokritwerten in %.....	70
Abbildung 31: Zusammenhang zwischen den Plasmaeisenkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Eisenzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Einnahme bzw. keine Einnahme von eisenhaltigen Supplementen.	71

Abbildung 32: Zusammenhang zwischen den Hämoglobinkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Eisenzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Einnahme bzw. keine Einnahme von eisenhaltigen Supplementen.....	72
Abbildung 33: Plasmakalziumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	75
Abbildung 34: Bewertung der Plasmakalziumkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	76
Abbildung 35: Korrelation zwischen der Kalziumaufnahme in mg/MJ und den Plasmakalziumkonzentrationen.....	77
Abbildung 36: Korrelation zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und den Plasmakalziumkonzentrationen.....	77
Abbildung 37: Korrelation zwischen der Schwangerschaftswoche und den Plasmakalziumkonzentrationen.....	77
Abbildung 38: Zusammenhang zwischen den Plasmakalziumkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Kalziumzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Einnahme bzw. keine Einnahme von Multivitamin supplementen.	79
Abbildung 39: Plasmanatriumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	81
Abbildung 40: Plasmakaliumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	83
Abbildung 41: Plasmachloridspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund	85

Abkürzungsverzeichnis:

BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
BMI	Body-Mass-Index
CRH	Corticotropin-Releasing Hormone
CRP	C-Reaktives Protein
d	Tag
dl	Deziliter
DNA	Desoxyribonukleinsäure
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
EKG	Elektrokardiogramm
F-AAS	Flammen-Atomabsorptionsspektroskopie
FFQ	Food Frequency Questionnaire
GF-AAS	Graphitrohrfen-Atomabsorptionsspektroskopie
h	Stunde
HELLP	Haemolysis (hämolytische Anämie); Elevated Liver enzyme level (erhöhte Leberwerte); Low Platelet count (Verminderung der Thrombozyten)
kg	Kilogramm
kHz	Kilohertz
l	Liter
LDH	Laktatdehydrogenase
MJ	Megajoule
m	Meter
M.	Frauen mit Migrationshintergrund
max.	Maximum
mg	Milligramm
min.	Minimum
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
mmol	Millimol
µg	Mikrogramm

µl	Mikroliter
MW	Mittelwert
N	Fallzahl
ng	Nanogramm
nm	Nanometer
Ö.	gebürtige Österreicherinnen
pmol	Picomol
RNA	Ribonukleinsäure
SD	Standardabweichung
SGA	Small for Gestational Age (klein bezogen auf das Reifealter)
SOD	Superoxiddismutase
SSW	Schwangerschaftswoche
upm	Umdrehungen pro Minute
VK	Variationskoeffizient
WF	Wiederfindungsrate

1. Einleitung und Fragestellung

Aufgrund umfassender physiologischer und metabolischer Veränderungen während einer Schwangerschaft und der ausschließlichen Versorgung des Fötus über die werdende Mutter ist besonders in dieser Zeit auf einen ausreichenden Ernährungsstatus der Schwangeren zu achten. Im Rahmen des Projektes „Ernährungsstatus von schwangeren gebürtigen Österreicherinnen im Vergleich mit Frauen mit Migrationshintergrund“ wurden schwangere Probandinnen österreichweit hinsichtlich Schwangerschaftsverlauf, -komplikationen, sowie Gesundheits- und Ernährungsverhalten befragt. Ein 24-h-Protokoll und ein FFQ wurden zur Erhebung der Energie- und Nährstoffaufnahme und der Verzehrshäufigkeit verschiedener Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen herangezogen. Weiters wurden in drei Spitälern in Wien biometrische Daten der Frauen erhoben und Blut- und Harnproben gesammelt.

Im Einzelnen wird auf die Bedeutung der Mineralstoffe Selen, Zink, Magnesium, Eisen, Kalzium sowie der Elektrolyte Natrium, Kalium und Chlorid im Allgemeinen, deren Rolle während der Schwangerschaft, die Empfehlungen für die Zufuhr, ihr Vorkommen sowie bisherige Ergebnisse von Aufnahmeerhebungen und wissenschaftliche Diskussionen ausführlich eingegangen. Auch Zusammenhänge zwischen einzelnen Mineralstoffen und den Schwangerschaftskomplikationen Gestose/Prä-Eklampsie/Eklampsie und Gestationsdiabetes werden angesprochen.

Die vorliegende Arbeit untersucht und interpretiert den Mineralstoffstatus von 113 Schwangeren, in Wien lebenden Frauen, welche sich durchschnittlich in der 32. (± 4) SSW befanden. Analysiert wurden die Aufnahme und laborchemische Parameter von Selen, Zink, Magnesium, Eisen, Kalzium, Natrium, Kalium und Chlorid. Die Daten der untersuchten Schwangeren wurden anschließend unter Berücksichtigung der Herkunft in eine Gruppe gebürtiger Österreicherinnen und eine Gruppe Frauen mit Migrationshintergrund unterteilt. Bisher gibt es noch keine Untersuchungen, die der

Frage nachgehen, ob bei Frauen mit Migrationshintergrund - aufgrund eventueller anderer Ernährungs- und Lebensweisen - Unterschiede beim Mineralstoffstatus zu finden sind. Neben den Statuswerten werden auch die Aufnahmemengen der einzelnen Mineralstoffe der Probandinnen erläutert. Weiters wird untersucht, ob Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Statuswerten und den Aufnahmemengen wie auch anderen Faktoren (beispielsweise Alter oder Anzahl der Schwangerschaften) feststellbar sind. Einzelne Parameter werden auf ihre Relevanz als Untersuchungsparameter für den Status hinterfragt und die Häufigkeit der Einnahme von Supplementen ermittelt und dargestellt.

2. Literaturüberblick

2.1. Bedeutung der Mineralstoffe im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung während der Schwangerschaft

Während der Schwangerschaft finden im Körper umfassende physiologische und metabolische Veränderungen statt. Das Gesamtkörperwasser nimmt um etwa 8 l zu, wobei sich das Blutvolumen um etwas mehr als ein Drittel erhöht. Die Erythrozytenmenge steigt nur um 15-20%, was in der Folge bedeutet, dass die Werte für Hämatokrit und Hämoglobin absinken [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Blutlipidspiegel sowie Konzentrationen an verschiedenen Mikronährstoffen in Blut und Urin sind durch diese Veränderungen beeinträchtigt, wodurch die Interpretation des Ernährungsstatus von Schwangeren erschwert ist [Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002; Elmadfa und Leitzmann, 2004; Paiva et al., 2007]. Neben einer ausreichenden Versorgung mit den Makronährstoffen und Vitaminen spielen während der Gravidität auch die Mineralstoffe und Spurenelemente eine wichtige Rolle. Für Schwangere besteht kein Mehrbedarf bei Natrium, Chlorid, Kalium, Kalzium, Fluor, Selen, Kupfer, Mangan, Chrom und Molybdän. Die Empfehlung für die Zufuhr an Eisen, Zink, Magnesium, Jod und Phosphor ist erhöht, wobei Eisen, Zink und Jod eine besonders bedeutende Rolle zukommt [D-A-CH, 2000; Grischke, 2004]. Verglichen mit dem erhöhten Bedarf an verschiedenen Nährstoffen, steigt der Energiebedarf nur geringfügig an. Das bedeutet, dass die aufgenommenen Lebensmittel eine hohe Nährstoffdichte haben sollten, wofür sich besonders Vollkornprodukte, Milch und Milchprodukte, Obst und Gemüse, mageres Fleisch und Fisch eignen [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Zudem ist ein guter Ernährungszustand vor der Schwangerschaft sehr wichtig für den optimalen Verlauf der Gravidität, also welche Reserven man für den Mehrbedarf während der Schwangerschaft zur Verfügung hat [Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002]. Zu bedenken ist, dass neben der notwendigen Aufnahme

der essentiellen Mineralstoffe, ein Zuwenig (aufgrund von Mangel) und ein Zuviel (aufgrund von Toxizität) im extremsten Fall zum Tode führen kann, wie man an der Dosis-Wirkungskurve (siehe Abbildung 1) erkennen kann [Mertz, 1981].

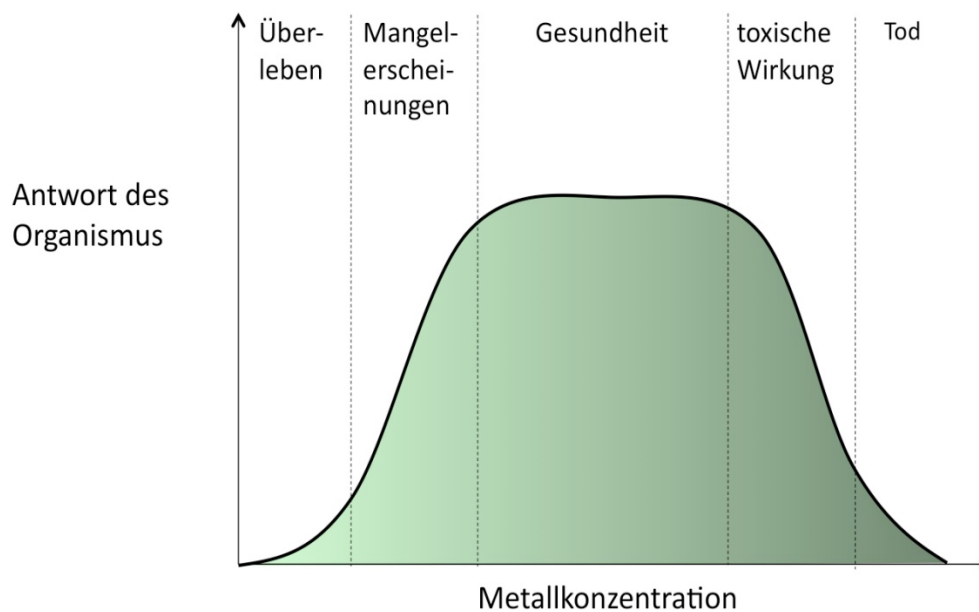


Abbildung 1: Dosis-Wirkungskurve eines essentiellen Metalls modifiziert nach Mertz, 1981

Eine Reihe von möglichen Ursachen für eine Mangelerkrankung speziell während einer Schwangerschaft sind in Abbildung 2 zusammengefasst.

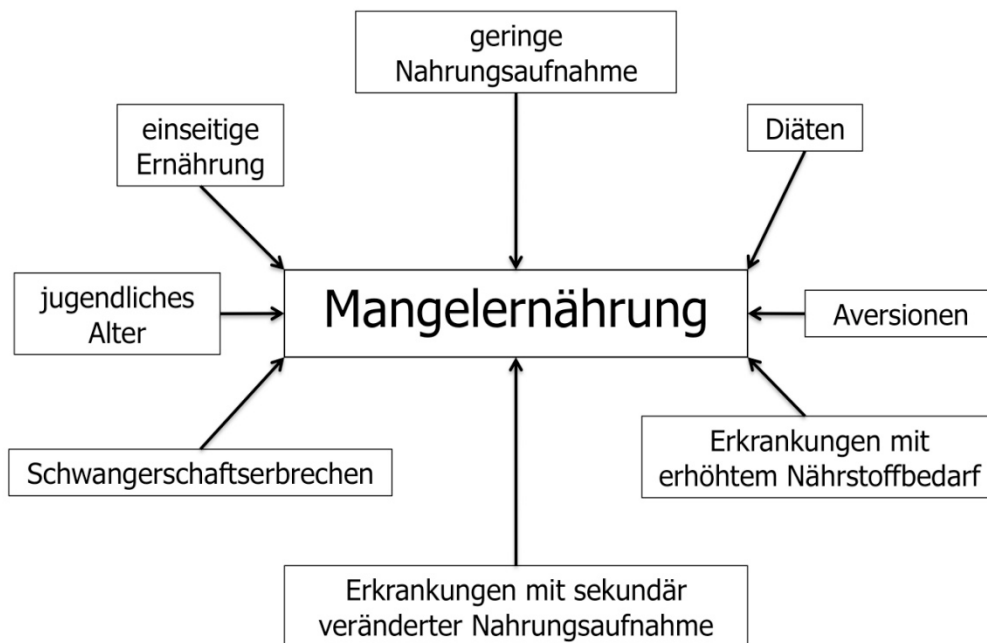


Abbildung 2: Mögliche Ursachen einer Mangelernährung während der Schwangerschaft modifiziert nach Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002

2.1.1. Die Bedeutung von Selen in der Schwangerschaft

Selen gehört zu den häufigsten Elementen in der Erdkruste. Schon lange ist die Toxizität von Selen bekannt, seine bedeutende Rolle als essentielles Spurenelement vor allem als Bestandteil der Glutathion-Peroxidasen, aber auch von Lipid-Peroxidasen, Thioredoxin-Reduktasen, Dejodasen u. a. wurde erst in den letzten Jahrzehnten erkannt [Welz und Sperling, 1997; D-A-CH, 2000]. So übt Selen u. a. Einfluss auf den Zellmembranschutz, die Schilddrüsenhormonsynthese, die DNA-Synthese und die Fortpflanzung aus [Lothar 2008].

Als Bedarfsempfehlung für eine angemessene Zufuhr von Selen gibt es derzeit nur Schätzwerte von 30-70 µg/d, die während der Schwangerschaft unverändert sind und nach derzeitigem Wissensstand als ausreichend angesehen bzw. noch diskutiert werden [D-A-CH, 2000]. Während der Zeit der Schwangerschaft ist Selen als

Bestandteil von vielen Enzymen und Proteinen, die für das normale Wachstum und die Entwicklung des Fetus unentbehrlich sind, von großer Bedeutung. Die Glutathion-Peroxidasen spielen eine wichtige Rolle bei den Abwehrmechanismen gegen oxidativen Stress. Antagonistische Effekte gegen Schwermetalle wie Cadmium und Quecksilber lassen auf eine aktive Rolle von Selen in den Abwehrsystemen der Schwangeren gegen Umweltgifte und Bestandteile von Zigarettenrauch schließen [Kantola et al., 2004]. Niedrige, aber noch im Normalbereich liegende Serumsekonzentrationen in den ersten beiden Trimestern einer Schwangerschaft können das Risiko von niedrigerem Geburtsgewicht signifikant erhöhen [Bogden et al. 2006].

Da Pflanzen Selen aus dem Boden aufnehmen, treten vor allem in Gebieten mit selenarmen Böden, Selenmängel regional begrenzt auf [Welz und Sperling, 1997]. Die Keshan-Krankheit (eine Kardiomyopathie) und die Kashin-Beck-Krankheit (eine Osteochondropathie, die zu schweren Gelenkdeformationen und Arthrose führt) stellen klassische, regional begrenzte, endemische Selenmangelkrankheiten dar [Köhrle, 2002]. Eine indirekte Möglichkeit der Selensupplementierung stellt die Anreicherung von landwirtschaftlichen Düngemitteln und somit eine Erhöhung des Selengehaltes in den dort wachsenden pflanzlichen Produkten dar [Köhrle, 2002; Sager und Hoesch, 2006]. Neben den regional begrenzten Selenmangelgebieten sind zahlreiche andere Ursachen wie einseitige Ernährung (wie bei Veganern), Absorptionsstörungen (Mukoviszidose, Kurzdarmsyndrom u. a.), chronische Niereninsuffizienz, Alkoholismus oder Frühgeburt für einen Selenmangel bekannt [D-A-CH, 2000; Köhrle, 2002; Lothar, 2008].

Mit einer durchschnittlichen Selenaufnahme von 35 µg/d von Frauen und 50 µg/d von Männern liegt Deutschland im europäischen Mittelfeld [Köhrle, 2002], während Österreich nur eine durchschnittliche Selenaufnahme von 35.5 µg/d aufweist, und Österreich damit weltweit gesehen im untersten Bereich liegt [Pfannhauser, 1992].

Aufgrund der sehr stark variierenden Selenmenge in Lebensmitteln wird die Selenaufnahme über den Bundeslebensmittelschlüssel nicht ausgewertet. Aus diesem

Grund liegen daher auch keine Daten zur Selenaufnahme von Schwangeren in Österreich vor.

Häufig erfolgt die Selenbedarfsdeckung vor allem über Fleisch, Fisch und Hühnereier [D-A-CH, 2000; Köhrle, 2002], da Selen zum größten Teil in der Proteinfraction enthalten ist [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Gute Quellen für Selen sind weiters pflanzliche Nahrungsmittel wie Getreideprodukte, Nüsse, Linsen oder Spargel [D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Außerdem kann die Selenaufnahme durch eine ausreichende Zufuhr an Vitamin C verbessert werden [Köhrle, 2002]. Nicht zu vergessen ist die toxische Wirkung von Selen – eine lang andauernde Einnahme von Selen von mehr als 1 mg/d [Köhrle, 2002] kann zu Vergiftungserscheinungen (Knoblauchgeruch in der Atemluft, Haarausfall, Gelenksschmerzen, Störungen des Magen-Darm-Trakts, Nerven- und Leberstörungen, Herzmuskelschwäche) führen.

2.1.2. Die Bedeutung von Zink in der Schwangerschaft

Als Bestandteil und/oder Aktivator von mehr als 300 Enzymen spielt Zink eine bedeutende Rolle für den Menschen. Enzyme wie Oxidoreduktasen (wie LDH, SOD, Malat-, Alkohol-, Glutamat-Dehydrogenase), Transferasen (wie DNA-, RNA-Polymerase, Glukokinase), Hydrolasen, Lyasen, Isomerasen und Ligasen haben Einfluss auf verschiedene Hormone (Sexual-, Steroid-, Wachstumshormone, Insulin, Thymulin), auf die humorale und zelluläre Immunität und auch wichtige antioxidative Funktionen [Elsenhans, 2002; Lothar, 2008]. Zink ist am Kohlehydrat-, Protein-, Lipid- und Nukleinsäurestoffwechsel beteiligt und daher auch besonders wichtig für die Schwangerschaft und alle Wachstums-, Entwicklungs- und Regenerationsprozesse [D-A-CH, 2000; Elsenhans, 2002; Lothar, 2008].

Allgemeine Symptome eines Zinkmangels sind z.B. Appetitlosigkeit, erhöhte Infektanfälligkeit, Hautentzündungen, Haarausfall, Potenzstörungen und Wachstums-

retardation [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Die Ursachen für einen Zinkmangel sind vielfältig und betreffen vor allem eine mangelhafte Zufuhr (wie z.B. während einseitiger Diäten, bei Alkoholismus), verminderte Resorption (wie z.B. durch gastro-intestinale Erkrankungen), einen erhöhten Bedarf (wie z.B. während Gravidität, Laktation, Erkrankungen, Stress) oder eine erhöhte Zinkausscheidung (wie z.B. durch Diarrhöe, Nierenerkrankungen) [Elsenhans, 2002; Lothar, 2008]. Da sich im Körper keine großen Zinkspeicher befinden, ist eine kontinuierliche Zufuhr notwendig, um eine Mangelversorgung zu verhindern [D-A-CH, 2000].

Ab dem 4. Schwangerschaftsmonat ist die Zufuhrempfehlung für Zink um 3 mg auf 10 mg/d erhöht [D-A-CH, 2000]. Zink ist für das Wachstum des Feten und die Entwicklung des Zentralen Nervensystems von Bedeutung, daher kann sich ein Mangel u. a. durch ein niedriges Geburtsgewicht ausdrücken [Koula-Jenik, 2006].

Bei einer Erhebung von Gall [2002] lag die durchschnittliche Zinkaufnahme mit 10.8 ± 3.6 mg/d von Schwangeren in Österreich im Bereich der Empfehlungen, 55% der Schwangeren erreichten die Empfehlung. Gute Zinkquellen sind Fleisch, Fisch, Milch und Milchprodukte, Eier, Nüsse und Vollkorngetreide [Heins 1999; D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Zink kommt bevorzugt an Protein gebunden vor, was sich vor allem dadurch zeigt, dass in tierischen Nahrungsmitteln höhere Zinkmengen enthalten sind [Elsenhans, 2002]. Zudem ist die Bioverfügbarkeit von Zink aus tierischen Nahrungsmitteln deutlich besser als aus pflanzlichen, wobei dafür hauptsächlich das Fehlen von resorptionshemmenden Stoffen wie Kalzium, Ballaststoffen, Phytaten oder Tanninen verantwortlich ist, welche zur Komplexbildung mit Zink neigen [Quaas, 2002; Elmadfa und Leitzmann, 2004].

2.1.3. Die Bedeutung von Magnesium in der Schwangerschaft

Magnesium ist als wichtiger Aktivierungsbestandteil von mehr als 300 Enzymen (wie Amino-peptidase, Glukokinase) an vielen Stoffwechselregulationen beteiligt, insbe-

sondere an der oxidativen Phosphorylierung bei der Glykolyse und der Zellatmung. Auch bei der Regulation der Zellpermeabilität (Einfluss auf die neuromuskuläre Erregung, Nervenreizbarkeit, Aufbau von Knochen und Sehnen) und bei der Aktivierung der $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ spielt Magnesium eine wichtige Rolle. Die Ursachen für einen Mangel sind vielfältig, häufig sind renale oder gastrointestinale Verluste, endokrine Störungen, mangelhafte Zufuhr oder ein erhöhter Magnesiumbedarf [Lothar, 2008]. Bei schwerem Magnesiummangel kann es zu Funktionsstörungen der Herz- und Skelettmuskulatur, zu Muskelschwäche und zu Muskelkrämpfen kommen [D-A-CH, 2000]. Zusammenhänge zwischen Hypomagnesiämie und Hypertonie bzw. zwischen Hypermagnesiämie und Hypotonie sind komplex und noch nicht geklärt [Lothar, 2008]. Bei Schwangeren konnte bisher trotz hoch dosierter Magnesiumsupplementation bzw. pharmakologischer Behandlung keine Verbindung zwischen Hypermagnesiämie und Hypotonie bzw. EKG-Veränderungen nachgewiesen werden [Quaas, 2002].

Der Magnesiumbedarf erhöht sich aufgrund des fetalen Wachstums und der erhöhten mütterlichen Stoffwechselrate geringfügig um 10 mg auf 310 mg/d [Koula-Jenik, 2006]. Für Schwangere unter 19 Jahren gilt die Zufuhrempfehlung für Jugendliche von 350 mg/d [D-A-CH, 2000]. Eine Magnesiumunterversorgung kann sich durch nächtliche Wadenkrämpfe und vorzeitige Wehen äußern [Heins et al., 1999]. Eine zusätzliche Magnesiumzufuhr in Form von Supplementen zeigt neben der Behandlung von nächtlichen Wadenkrämpfen auch therapeutische Effekte bei Obstipation und hat eine Wehen hemmende Wirkung, was die Gefahr einer Frühgeburt reduziert [Quaas, 2002; Grischke, 2004], wobei maximal 350 mg/d supplementiert werden sollten [D-A-CH, 2000]. Höhere oral aufgenommene Mengen lösen gelegentlich milde, reversible Diarrhöen aus [Classen, 2002].

Die Magnesiumaufnahme von österreichischen Schwangeren lag laut der Erhebung von Gall [2002] mit 307.1 ± 111.4 mg/d durchschnittlich im Bereich der empfohlenen Menge, knapp 44% der befragten Schwangeren erreichten die Empfehlung. Magnesiumreich sind vor allem Vollkorngetreide und Getreideprodukte, Nüsse, Milch

und Milchprodukte, Fleisch, Fisch, Kartoffeln, Sojabohnen, viele Gemüsearten sowie Beerenobst, Orangen und Bananen [D-A-CH, 2000; Quaas, 2002; Elmadfa und Leitzmann, 2004].

2.1.4. Die Bedeutung von Eisen in der Schwangerschaft

Die Hauptaufgaben des Eisens im Organismus, die durch sein Vorkommen in sauerstoff- und elektronenübertragenden Wirkgruppen (Hämoglobin, Myoglobin, verschiedene Enzyme wie Cytochrome oder Ribonukleotidreduktasen) bestimmt sind, umfassen demnach Sauerstofftransport und Speicherung, Elektronentransport sowie die Beteiligung an vielen Oxidations- und Reduktionsschritten [D-A-CH, 2000; Schümann und Weiss, 2002].

Der Eisenbedarf während der Schwangerschaft ist aus verschiedenen Gründen wie dem Aufbau der Plazenta (etwa 50 mg), der erhöhten Erythrozytenmenge im Blut der Mutter (etwa 450 mg), dem Fetus selbst (etwa 300 mg) und auch dem akuten Blutverlust während der Geburt erheblich gesteigert [D-A-CH, 2000]. Vor allem im zweiten und dritten Drittel der Gravidität steigt der Bedarf stark an. Obwohl der laufende Eisenverlust durch die Menstruationsblutung während einer Schwangerschaft entfällt [Williamson, 2006] und auch die Eisenaufnahme durch eine Verminderung der Motilität des Dünndarm erhöht ist, liegen die Empfehlungen bei 30 mg/d – eine Menge, die kaum durch Nahrungsaufnahme erreicht werden kann [D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004; Koula-Jenik, 2006]. Auswirkungen einer Eisenmangelanämie während der Schwangerschaft können Komplikationen wie eine geringe Gewichtszunahme bzw. niedriges Geburtsgewicht, Frühgeburt oder eine Mangelentwicklung sein und sind generell mit einer erhöhten fetalen und mütterlichen Morbidität verbunden [Heins et al., 1999; Schümann und Weiss, 2002; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Als Risikofaktoren für eine zu geringe Eisenversorgung gelten kurz aufeinander folgende Geburten, starke Menstruationsblutungen

vor der Schwangerschaft, unausgewogene Ernährung und andere hohe Blutverluste [Heins et al., 1999].

In Österreich haben nach der Studie von Gall [2002] nur 0.8% des untersuchten Kollektivs die Empfehlung für die Eisenaufnahme erreicht, rund zwei Drittel lagen unter 50% der Empfehlungen.

Gute Eisenquellen sind vor allem Fleisch, grünes Gemüse, Hülsenfrüchte und Vollkornprodukte, wobei die Resorptionsrate aus tierischen (bis zu 20%) Lebensmitteln höher ist als aus pflanzlichen (bis zu 5%) und sich die Resorption des Eisens durch gleichzeitige Aufnahme von Vitamin C verbessern lässt [Heins et al., 1999; D-A-CH, 2000]. Dagegen wirken vor allem Phytate (z.B. in Vollkorngetreide, Sojaprodukten), Kalzium (z.B. in Milch und Milchprodukten), Polyphenole (z.B. Tannine im Tee, Chlorogensäure im Kaffee), Phosphate, Salizylate und Oxalate hemmend auf die Eisenaufnahme [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Eisenmangelanämien sind sowohl in Entwicklungs- als auch Industrieländern weit verbreitet und bedürfen daher auch für die Zeit während der Reproduktionsphase besonderer Beachtung [Scholl, 2005]. Wichtig ist dabei die Unterscheidung einer Eisenmangelanämie von einer Anämie, die andere Ursachen wie Folsäure- oder Vitamin B12-Mangel, Malaria, chronische Entzündungen, überstandene oder akute Infektionen, Schistosomiasis oder eine Hakenwurmerkrankung hat, da je nach Ursache der Anämie unterschiedliche Auswirkungen auf den Verlauf der Schwangerschaft beobachtet werden [Scholl et al., 1992; Rasmussen, 2001].

Unzählige Quellen belegen den Zusammenhang einer Eisenmangelanämie mit dem Auftreten von Schwangerschaftskomplikationen [Scholl et al 1992; Scholl und Hediger, 1994; Heins et al., 1999; Scanlon et al., 2000; Schümann und Weiss, 2002; Ren et al., 2007], manche erkennen sowohl erniedrigte als auch erhöhte Hämoglobinwerte als Risikofaktoren [Murphy et al., 1986; Steer et al., 1995; Zhou et al., 1998], andere wiederum können keine höhere Inzidenz im Zusammenhang mit einer Eisenmangelanämie erkennen [Lu et al., 1991; Klebanoff et al., 1989].

Beispielsweise ist eine Eisenmangelanämie am Beginn der Gravidität mit einem mehr als 2-fach erhöhten Risiko einer Frühgeburt und geringem Geburtsgewicht verbunden [Scholl et al. 1992; Scholl, 2005]. Vieles weist darauf hin, dass niedrige Eisenspiegel im letzten Schwangerschaftsdrittel hauptsächlich durch die normale Erhöhung des mütterlichen Plasmavolumens bedingt sind [Scholl und Hediger, 1994] bzw. zeigt eine Anämie (Hämatokrit $\leq 34\%$) nach der 30. SSW keinen Zusammenhang mit dem Risiko einer Frühgeburt [Klebanoff et al., 1989]. Jedenfalls scheint ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Feststellung der Anämie und den möglichen Folgen für die Schwangerschaft zu bestehen [Ren et al., 2007]. Die physiologischen Zusammenhänge zwischen den Auswirkungen eines Eisenmangels auf die Schwangerschaft wurden von Allen [2001] hypothetisch auf folgende potenzielle Mechanismen als Gründe für Frühgeburten und/oder niedriges Geburtsgewicht zurückgeführt:

- Erhöhung der Ausschüttung der Stresshormone Norepinephrin und Cortisol; Norepinephrin stimuliert die Ausschüttung von CRH und Cortisol.
- Niedrige Hämoglobinkonzentrationen können chronische Hypoxie verursachen, welche wiederum Stressreaktionen auslösen kann.
- Größere Empfindlichkeit der Erythrozyten gegenüber oxidativer Schädigung und dadurch Erhöhung des oxidativen Stresses.
- Erhöhung des Risikos von Infektionen aufgrund eines geschwächten Immunsystems.

Studienergebnissen zufolge könnten zu hohe Ferritin-Konzentrationen im Serum mit negativen Folgen beispielsweise in Form von Gestationsdiabetes in Verbindung stehen [Chen et al., 2006]. Erhöhte Ferritinwerte konnten im Zusammenhang mit verschiedenen akuten oder chronischen Entzündungen gefunden werden [Torti und Torti, 2002; Kalentar-Zadeh et al., 2004]. Im Rahmen der Camden-Studie konnte bei stark erhöhten Ferritin-Konzentrationen von mehr als 131.38 pmol/l in der

Frühschwangerschaft (15.-16. SSW) in Verbindung mit Hautfaltenmessungen zur Abschätzung des Körperfettgehaltes und BMI vor der Gravidität ein 2-fach erhöhtes Risiko für das Auftreten von Gestationsdiabetes festgestellt werden. Dieser Zusammenhang konnte bei der Untersuchung der Hämoglobinwerte nicht gefunden werden [Chen et al., 2006]. Ein weiteres Ergebnis der Camden-Studie konnte durch die Untersuchung von CRP (das C-reaktive Protein: ein Akute-Phase-Protein, das ein Entzündungsmarker ist) erhalten werden, dessen Erhöhung mit Schwangerschaftskomplikationen im Zusammenhang steht. Frauen mit den höchsten Serumferritin- und CRP-Werten hatten das größte Risiko, Gestationsdiabetes zu entwickeln, was darauf schließen lässt, dass eine systemische Entzündung an der Entstehung von Gestationsdiabetes beteiligt ist [Chen et al., 2006]. Andererseits konnte eine aktuelle randomisierte Placebo-kontrollierte Eisensupplementationsstudie zeigen, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Einnahme von Eisensupplementen und einem erhöhten Risiko Gestationsdiabetes zu entwickeln gibt, und damit keine Gefahr von der häufig angewandten prophylaktischen Eisensupplementation ausgeht [Chan et al., 2009]. Im Gegenzug konnten Vorteile, wie höheres Geburtsgewicht und weniger SGA (small for gestational age) Babys bei der Supplementengruppe als sekundäre Studienergebnisse beobachtet werden [Chan et al., 2009].

Nach Scholl und Tamura et al. steigt durch hohe Ferritin-Konzentrationen $> 40 \text{ ng/l}$ das Risiko für Frühgeburten deutlich an [Tamura et al., 1996; Scholl, 1998]. Scholl konnte u. a. einen Zusammenhang zwischen der Ferritin-Konzentration am Beginn der Schwangerschaftsbetreuung und in der 28. Woche aufzeigen. Vor allem wenn die am Beginn hohen Ferritin-Konzentrationen bis zur 28. SSW nicht gesunken sind, stieg das Risiko von Schwangerschaftskomplikationen an. Bei einer Ferritin-Konzentration von $> 41.5 \text{ } \mu\text{g/L}$ erhöht sich das Risiko einer sehr frühen Geburt (vor der vollendeten 33. SSW) auf das 3.5-fache, das Risiko einer frühen Geburt (vor Vollendung der 37. SSW) und eines zu geringen Geburtsgewichtes (unter 2500 g) auf das 2-fache und zudem treten bei diesen Frauen signifikant mehr Infektionen wie klinische Chorioamnionitis und Influenza auf [Scholl, 1998].

Noch lange sind nicht alle Zusammenhänge und Folgen von hohen Eisengaben geklärt. Aus diesen Gründen sollten laut Scholl [1998; Scholl und Reilly, 2000; Scholl, 2005] prophylaktische Eisensupplementgaben aus Vorsicht überdacht werden, eventuell ein Upper Level für Eisensupplemente eingeführt werden und nur bei einem niedrigen Eisenspiegel gezielt supplementiert werden. Andere Autoren sehen überwiegend die Vorteile einer Routine-Eisen-Supplementation während der Gravidität und empfehlen diese [Allen, 2000; Chan et al. 2009]. Eine weitere Möglichkeit, die mütterlichen erschöpften Eisenspeicher wieder aufzufüllen, sieht Allen [2000] bei einer Supplementation nach der Geburt, bei der die Frauen ja im Allgemeinen einen großen Blutverlust erleiden [Scholl, 1998]. Dies könnte zusätzliche Vorteile wie weniger Müdigkeit und größere Stressresistenz für die Mutter bringen. Zudem können die Frauen in eine eventuell folgende Schwangerschaft mit einem besseren Eisenstatus starten [Allen, 2000].

Ob ein Zusammenhang zwischen Anämie bzw. niedrigem Eisenspiegel und dem Eisenstatus von Neugeborenen besteht, dazu fehlen weitgehend konsistente Studienergebnisse. Gründe dafür sind u. a. Schwierigkeiten, den Eisenstatus von Schwangeren zu diagnostizieren, da viele hämatologische und biochemische Parameter durch die physiologischen Veränderungen während der Schwangerschaft beeinflusst sind [Klebanoff et al. 1989; Scholl et al., 1992; Paiva et al., 2007]. Beim Vergleich verschiedener Screening-Methoden zur Bestimmung des Eisenstatus von Schwangeren in Malawi zeigte sich die Bestimmung des Serumferritins am besten zur Aufdeckung eines Eisenmangels geeignet, während andere untersuchte Parameter (mittleres Zellvolumen MCV, Serumeisen, Transferrin, totale Eisenbindungskapazität TIBC, Zinkprotoporphyrin ZPP, Serum Transferrinrezeptor) nur begrenzte Möglichkeiten bieten [Van den Broek et al., 1998].

In der brasilianischen Studie von Paiva et al. [2007] wurden verschiedene Parameter im venösen Blut der Mütter und im Nabelschnurblut ihrer Neugeborenen von 95 Probanden verglichen. Es konnte kein Zusammenhang zwischen niedrigen Eisenspiegeln bzw. leichter Anämie bei den Müttern und niedrigem Eisenstatus bei

den Neugeborenen festgestellt werden. In der Studie wies die Hälfte der Schwangeren einen zu niedrigen Eisenstatus auf. Kilbride et al. [1999] untersuchten nach der Geburt noch vier weitere Male den Eisenstatus der Säuglinge, wobei das Ergebnis auch hier unmittelbar nach der Geburt keinen Zusammenhang zwischen dem Eisenstatus der Mutter und dem des Neugeborenen zeigte. Im weiteren Entwicklungsverlauf unterschieden sich die Säuglinge der anämischen Mütter von der Gruppe der Mütter mit normalem Eisenstatus signifikant und wiesen eine höhere Anämieinzidenz auf. Weiters konnten Kilbride et al. [1999] zeigen, dass anämische Mütter sechs Monate nach der Geburt noch immer einen zu niedrigen Eisenstatus aufwiesen, was vor allem für Folgeschwangerschaften problematisch sein könnte. Anderen Studien [Lao et al., 1991; Singla et al., 1997; Toure-Fall et al., 2004] wie auch Paiva et al., [2007] fehlen leider Follow-ups zumindest bis zum 6. Lebensmonat der Säuglinge, um das Ergebnis von Kilbride et al. [1999] zu untermauern [Paiva et al. 2007].

Nicht zuletzt aus ethischen Gründen sind Placebo-kontrollierte doppelblinde Studien mit Schwangeren, die eine Eisenmangelanämie oder eine Anämie haben und daher behandelt werden müssen, nicht möglich, was auch mit eine Rolle spielt, dass Supplementationstudien teilweise zu keinen signifikanten Ergebnissen führen [WHO, 1994; Chan et al., 2009].

Ziaei et al. [2007] warnen nicht-anämische Frauen vor den negativen Folgen der Routineeisensupplementation, da ihren Ergebnissen zufolge bei der Supplementengruppe eine erhöhte SGA-Rate und eine erhöhte Anzahl Bluthochdruckbetroffener beobachtet wurden. Ebenso appellierte Lao et al. [2000], die routinemäßige Gabe von eisenhaltigen Präparaten an nicht-anämische Schwangere zu überdenken und nochmals zu prüfen.

Die kontroversen Ergebnisse der bisherigen Forschung und auch die eventuellen negativen Folgen einer zu hohen Eisensupplementierung verlangen nach weiteren Studien. Diese sollten versuchen, die biologischen Mechanismen (wie oxidativer

Stress, Immunsystem), welche die Schwangerschaftskomplikationen verursachen könnten, zu erfassen und die verschiedenen Zusammenhänge zwischen dem Eisenstatus der Schwangeren und den Schwangerschaftskomplikationen klarer darzustellen [Allen, 2001].

2.1.5. Die Bedeutung von Kalzium in der Schwangerschaft

99% des Kalziums liegt in gebundener Form als extrazellulärer Bestandteil des Skeletts und der Zähne vor, nur 0.1% des gesamten Körperkalziums liegt extrazellulär frei bzw. gelöst vor, wobei die Konzentration etwa 1.3 mmol/l beträgt [Schöfl, 2002]. Kalzium übernimmt im menschlichen Organismus wichtige Funktionen bei der Stabilisierung der Zellmembranen, bei der intrazellulären Signalübermittlung, bei der Reizübertragung im Nervensystem, bei der elektro-mechanischen Koppelung im Muskel und bei der Blutgerinnung [D-A-CH, 2000].

Die empfohlene Kalziumzufuhr von 1000 mg/d ist während der Gravidität nicht gesteigert [D-A-CH, 2000], da es durch verschiedene Adaptionsmechanismen - wie einer Erhöhung der intestinalen Absorptionsrate von etwa 33% auf etwa 54% und einer Erhöhung der Retention, sowie einer verminderten Ausscheidung durch eine Erhöhung der Reabsorption über die Nieren - zu einer besseren Versorgung kommt [Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002; Quaas, 2002; Koula-Jenik, 2006]. Eine Ausnahme stellen jugendliche Schwangere unter 19 Jahren dar, diese sollten 1200 mg Kalzium/d zu sich nehmen [D-A-CH, 2000].

Nach Elmadfa und Leitzmann [2004] hat eine zu geringe Kalziumzufuhr keine schädigende Wirkung auf das Kind, da der Fetus seinen Bedarf an Kalzium aus dem mütterlichen Skelett deckt, während Quaas [2002] davon berichtet, dass „eine kalziumarme Ernährung während der Schwangerschaft mit einer verminderten Knochendichte beim Neugeborenen korreliert.“ Eine verminderte Knochendichte bei stillenden Frauen konnten in mehreren Studien nachgewiesen werden [Sowers et

al., 1993; Kalkwarf und Specker, 1995; Prentice et al., 1995; Krebs et al., 1997], jedoch wird vermutet, dass der Zusammenhang eher in Verbindung mit dem erniedrigten Östrogenspiegel bzw. der Dauer der Amenorrhoe zusammenhängen könnte als mit dem Stillen an sich, da sich die Knochendichte nach dem Ende der Amenorrhoe - unabhängig von der Dauer des Stillens - wieder normalisierte [Kalkwarf und Specker, 1995]. Eine randomisierte Placebo-kontrollierte Kalzium-supplementstudie untersuchte Frauen in Gambia während der zweiten Hälfte der Schwangerschaft. Die Studie konnte keine Zusammenhänge zwischen der Kalziumaufnahme und dem Geburtsgewicht der Neugeborenen, deren Knochendichte und dem Wachstum innerhalb eines Jahres und auch nicht zu den Kalziumkonzentrationen in der Muttermilch nachweisen. Dies lässt vermuten, dass die metabolischen Veränderungen während der Schwangerschaft größer sind als bisher angenommen [Jarjou et al., 2006]. Als Vorteil einer höheren Kalziumaufnahme mit der Nahrung bevorzugt in Form von Milch und Milchprodukten konnten Avendaño-Badillo et al. [2009] einen geringeren Knochenabbau der Schwangeren feststellen. Koula-Jenik [2006] empfiehlt, vor, während der Schwangerschaft und vor allem bei aufeinanderfolgenden Schwangerschaften auf die Deckung des Bedarfs zu achten, da bei längerer Unterversorgung der Mütter die Gefahr einer späteren Erkrankung an Osteoporose erhöht sein kann. Vor allem jugendliche Mütter, deren Knochenmineralisierung bzw. Wachstumsphase noch nicht abgeschlossen ist, sollten auf eine ausreichende Kalziumzufuhr achten [Williamson, 2006]. Weitere Risikogruppen für eine zu geringe Kalziumversorgung sind

- Frauen, die wenig oder keine Milch und Milchprodukte konsumieren,
- Frauen, die sich vegan ernähren und
- Frauen, die einen niedrigen Vitamin D Status haben und sich gleichzeitig ballaststoffreich ernähren, da ballaststoffreiche Nahrungsmittel, die Kalziumabsorption verschlechtern [Williamson, 2006].

Bei Schwangeren, die eine zu geringe Kalziumaufnahme aufweisen und Subgruppen mit hohem Risiko (wie Jugendliche, vorbestehende Hypertonie, frühere Prä-Eklampsie), ist das relative Risiko für das Auftreten von schwangerschafts-induziertem Bluthochdruck und von Prä-Eklampsie signifikant erhöht [Prentice, 2000; Ritchie und King, 2000; Villar und Belizan, 2000; Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002; Hofmeyr et al., 2007]. Diese Publikationen haben bisher jedoch noch keine Änderung der Empfehlungen des Kalziumbedarfs bzw. keine Empfehlung für eine prophylaktische Kalziumsupplementation während der Schwangerschaft zur Folge gehabt.

Erhebungen aus Deutschland schätzen den Anteil der Schwangeren mit einer Kalziumunterversorgung mit 42% ein [Briese et al., 2001], während Erhebungen in Österreich 2002 zeigten, dass die durchschnittliche Kalziumzufuhr von Schwangeren mit 893 mg/d ungefähr 11% unter den Empfehlungen lag [Gall, 2002]. Um eine ausreichende Kalziumzufuhr zu gewährleisten, sind vor allem fettarme Milch und Milchprodukte empfohlen. Weiters können kalziumreiche Gemüsesorten wie Brokkoli, Grünkohl, Fenchel, Lauch, bestimmte Fische (Lachs, Sardinen) und kalziumreiche Mineralwässer (mit > 150 mg Kalzium/l) zur Deckung des Bedarfs empfohlen werden, wobei die Kalziumabsorption durch Vitamin D gesteigert werden kann [D-A-CH, 2000; Quaas, 2002].

2.1.6. Natrium, Kalium und Chlorid

Natrium ist das häufigste Kation und Chlorid das wesentliche Anion im Extrazellulär-raum, während Kalium die Rolle des wichtigsten Elektrolyten im Intrazellulär-raum innehat. Über die $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ erfolgt der aktive Austausch der beiden Kationen [Lothar, 2008].

2.1.6.1. Die Bedeutung von Natrium in der Schwangerschaft

Natrium liegt im menschlichen Körper hauptsächlich als Kation in Körperflüssigkeiten und in den Knochen vor. Dabei spielt Natrium eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung des Membranpotentials, der Erregungsleitung, der Muskelreizbarkeit sowie der Muskelkontraktion. Es beeinflusst auch die Zellmembranfunktion, das Volumen und die Osmolarität der Zellen und des Extrazellulärspaces [D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Ein Natriummangel kann bei einer Mangelversorgung oder aber bei großen Verlusten von Natrium, beispielsweise durch starke Durchfälle, extremes Schwitzen oder anhaltendes Erbrechen, entstehen [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Die D-A-CH-Referenzwerte empfehlen allgemein eine Aufnahme von 6 g Kochsalz (NaCl)/d als ausreichend, was auch für die Zeit einer Gravidität gilt [D-A-CH, 2000]. Papathanasiou [1997] ermittelte im Rahmen einer Untersuchung von österreichischen Schwangeren einen Natriumstatus innerhalb des Referenzbereiches.

Große Mengen an Natrium finden sich in allen kochsalzreichen Lebensmitteln, wie in Fleisch- und Wurstwaren, Hartkäse, Brot, Fertiggerichten oder Dosengemüse. Da diese Lebensmittel üblicherweise in ausreichender Menge verzehrt werden, wird die empfohlene Aufnahmemenge an Natrium leicht erreicht und nicht selten überschritten. Im Hinblick auf die allgemeinen Zusammenhänge zwischen Ödemen, Hypertonie und Kochsalzaufnahme sollte auf die eventuelle Erhöhung des Blutdruckes durch eine zu hohe Konsumation von Kochsalz hingewiesen werden [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Gleichzeitig darf man nicht vergessen, dass eine starke Kochsalzreduktion ebenso wie die Einnahme von Diuretika während einer Schwangerschaft kontraindiziert sind und zu einer Verminderung des Plasmavolumens und daher zu einer uteroplazentären Perfusion bzw. zu Eklampsie und HELLP-Syndrom führen kann [Grimm und Nowitzki-Grimm, 2002; Homuth, 2008]. In einer Studie von Van Buul et al. [1995] wurden die Zusammenhänge zwischen einer

langfristigen Kochsalzrestriktion und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Nahrungsaufnahme und mögliche Folgen für die Schwangerschaft untersucht. Mit einer strengen Kochsalzreduktion geht eine Änderung der Essgewohnheiten einher, die nicht nur zu einer geringeren Aufnahme von Fett, Protein und Kalzium führt, sondern auch eine niedrigere Energieaufnahme zur Folge hat und in einer geringeren Gewichtszunahme endet. Es konnte aber kein Einfluss auf das Geburtsgewicht beobachtet werden, wobei anzumerken ist, dass der Ernährungsstatus dieser Frauen vor der Schwangerschaft ausreichend war [Van Buul et al., 1995].

2.1.6.2. Die Bedeutung von Kalium in der Schwangerschaft

Kalium kommt im menschlichen Körper vor allem intrazellulär (größter Anteil im Skelettmuskelgewebe) vor, wo es für die Osmolarität, Hydratation, Elektroneutralität und Erregungsleitung von Bedeutung ist. Weiters ist Kalium als Aktivator einiger Enzyme und aufgrund seiner blutdrucksenkenden Wirkung wichtig [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Die durchschnittlich aufgenommene Menge an Kalium ist unter üblichen Lebensbedingungen auch während einer Schwangerschaft ausreichend [D-A-CH, 2000]. Bei einer früheren Statusuntersuchung von Schwangeren in Österreich wurden keine signifikanten Veränderungen des Kaliumstatus im Verlauf der Schwangerschaft beobachtet bzw. lagen alle Werte innerhalb des Referenzbereiches [Papathanasiou, 1997].

Zu Mangelerscheinungen wie Muskelschwäche bis zur Muskellähmung kommt es nur bei exzessiven Verlusten von Kalium durch starke Durchfälle und/oder anhaltendes Erbrechen wie auch bei Verwendung von Abführmittel oder Diuretika, bei chronischer Niereninsuffizienz oder metabolischen Störungen [D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Unter solchen Umständen ist eine erhöhte Zufuhr zum Ausgleich des Kaliumverlustes zu befürworten. Fleisch, Gemüse (Tomaten, Kartoffeln, Spinat), Obst (Bananen, Zitrusfrüchte, Trockenfrüchte), Bierhefe,

Kakaopulver und Hülsenfrüchte sind als kaliumreiche Nahrungsmittel zu empfehlen [D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004].

2.1.6.3. Die Bedeutung von Chlorid in der Schwangerschaft

Chlorid kommt meist gemeinsam mit Natrium oder Kalium im Organismus und in der Nahrung vor. Man findet Chlorid als Bestandteil der Magensalzsäure, der Peptidasen Angiotensin II und Kathepsin, sowie in gelöster Form in der Extrazellulärflüssigkeit, wo es eine wichtige Rolle für die Regulation des osmotischen Drucks und des Säure-Basen-Haushaltes, sowie der Aufrechterhaltung der Ionenkonzentrationen in den Körperflüssigkeiten spielt [D-A-CH, 2000; Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Als Bestandteil von Kochsalz wird der Bedarf an Chlorid in der Regel durch die Aufnahme von Kochsalz gedeckt, wobei für den Zeitraum einer Gravidität keine Erhöhung der Zufuhr notwendig ist [D-A-CH, 2000]. Eine frühere Statuserhebung zeigte, dass alle Mittelwerte oberhalb des Referenzbereiches lagen, obwohl man bisher eine Erniedrigung des Chloridstatus während der Schwangerschaft durch die stattfindende Hämodilution erwartet hätte [Papathanasiou, 1997].

2.2. Assoziationen zwischen Mineralstoffen und ausgewählten Schwangerschaftskomplikationen

2.2.1. Gestose/Prä-Eklampsie/Eklampsie

Gestose nennt man das gemeinsame Auftreten von grenzwertiger Hypertonie, Plazentainsuffizienz und Mangelentwicklung während der Schwangerschaft. Diese Symptome können auch schon sehr früh in der Schwangerschaft auftreten. Von einer Spätgestose spricht man, wenn Hypertonie (systolischer Blutdruck > 140 mmHg diastolischer Blutdruck $\geq$ 90 mmHg ab der 20. SSW), Proteinurie (> 0.3 g/24 h-Urin) und Ödeme hinzukommen [Elmadfa und Leitzmann, 2004; Lothar, 2008]. Mit

dem klinischen Leitsymptom eines meist rechtsseitigen Oberbauchschmerzes stellen die Eklampsie (tonisch-klonische Krampfanfälle) und das HELLP-Syndrom (Hämolyse, erhöhte Leberenzyme und erniedrigte Thrombozyten) die schwersten Verlaufsformen der Prä-Eklampsie dar, die mit erhöhter Morbidität und Mortalität von Mutter und Ungeborenem einhergehen. Faktoren, die das Risiko für die Entwicklung von Prä-Eklampsie/Eklampsie erhöhen bzw. beeinflussen, sind [Homuth, 2008; Clarke und Nelson-Piercy, 2008]:

- Alter > 35 Jahre
- BMI > 30 kg/m²
- Rauchen während der Schwangerschaft
- besonders frühe Erstschwangerschaft oder späte Erstschwangerschaft (> 40 Jahre)
- historische familiäre Belastung von Mutter und/oder Schwester
- bereits aufgetretener (Prä-)Eklampsie in einer früheren Schwangerschaft
- Mehrlingsschwangerschaft
- Chronische Hypertonie
- Nierenerkrankung
- Diabetes mellitus
- Autoimmunerkrankungen
- thrombophile Risikofaktoren u. a.

Prä-Eklampsie gilt als weltweit führende Todesursache bei Schwangeren. Zur Behandlung gibt es neben einer Vielzahl von Medikamenten, welche teilweise starke Nebenwirkungen hervorrufen, auch Magnesiumsulfat. Dieses wird von der WHO [1994] als das effektivste und günstigste krampflösende Mittel empfohlen. Nicht nur bei (Prä-)Eklampsie, sondern auch bei vorzeitigen Uteruskontraktionen werden intravenöse Magnesiumgaben ebenso wie orale Supplemente in einer Dosis von 2-4 g erfolgreich therapeutisch eingesetzt [Classen, 2002; Quaas, 2002; Clarke und Nelson-Piercy, 2008]. Hypermagnesiämien sollten dabei durch Kontrolle des Plasmamagnesiumspiegels und der Nierenfunktion ausgeschlossen werden [Classen, 2002].

Im Rahmen der Magpie-Studie konnte die Effektivität von Magnesiumsulfat im Vergleich zum Placebo bei der Behandlung von Frauen mit Prä-Eklampsie zur Vorbeugung von Eklampsie nachgewiesen werden. Das relative Risiko für das Auftreten

von Eklampsie konnte in der Magnesiumsulfatgruppe um 58% gegenüber der Placebo-Gruppe verringert werden, wobei zudem die Sterblichkeitsrate der mit Magnesiumsulfat behandelten Frauen niedriger war. Für die Säuglinge konnten weder positive noch negative Effekte festgestellt werden, also auch keine eindeutigen Unterschiede bei der Säuglingssterblichkeit. Trotz der positiven Wirkung sind bei der Behandlungsgruppe weitaus häufiger unangenehme Nebenwirkungen aufgetreten, wobei nur wenige dieser Nebenwirkungen - wie Atemdepression - lebensbedrohlich sind [Magpie Trial Collaborative Group, 2002].

In einem systematischen Review von Hofmeyr et al. [2007], welcher 12 Studien zum Thema Kalziumsupplementation und Prävention von Prä-Eklampsie beurteilte, konnte gezeigt werden, dass vor allem Frauen mit erhöhtem Risiko für Prä-Eklampsie, als auch Frauen mit niedriger Nahrungskalziaufnahme, von einer Kalziumsupplementation von zumindest 1 g/d profitieren können. Sie hatten ein um die Hälfte reduziertes relatives Risiko für die Manifestation von Prä-Eklampsie. Die Autoren erstellen die Hypothese, dass sich durch Kalzium nur der Blutdruck senken lässt, da kein anderer physiologischer Mechanismus als Begründung dafür gefunden werden konnte. Dabei ist auffällig, dass das relative Risiko für das HELLP-Syndrom in der Supplementgruppe höher ist als in der Placebogruppe, was vermutlich daran lag, dass durch das Fehlen der Symptomatik Bluthochdruck die anderen mit Prä-Eklampsie verbundenen Effekte auf andere Organsysteme (Endothelium und Platelets) erst später entdeckt wurden. Frauen mit ausreichender Kalziaufnahme hatten keinen zusätzlich erkennbaren Vorteil durch die Kalziumsupplementation. Es konnten weder negative Wirkungen der Supplemente auf die Schwangeren noch auf die Säuglinge festgestellt werden, wobei hier aber ausführliche Follow-ups fehlen. Die Autoren empfehlen weitere Forschungen auf dem Gebiet mit Follow-up Untersuchungen, um Auswirkungen (Hinweise auf Blutdrucksenkung im Volksschulalter) auf die Säuglinge besser evaluieren zu können. Homuth [2008] sieht in Ländern ohne Mangelernährung keinen Vorteil von Magnesium- oder Kalziumgaben zur Vorbeugung von Prä-Eklampsie, während Clarke und Nelson-Piercy [2008] aufgrund

der mangelnden Datenlage keine Supplementationsempfehlung für Kalzium bei Schwangeren mit ausreichender Kalziumversorgung abgeben.

2.2.2. Schwangerschaftsdiabetes

Wie schon in Kapitel 2.1.4 erwähnt, wurden Zusammenhänge zwischen erhöhtem Eisenstatus, Körperfettmasse und dem Auftreten von Gestationsdiabetes beobachtet, wobei der Zusammenhang bei adipösen Schwangeren verstärkt ist [Chen et al., 2006]. So haben adipöse Schwangere ein 3.5-fach höheres Risiko, Schwangerschaftsdiabetes zu entwickeln. Gestationsdiabetes ist nicht nur mit dem erhöhten Risiko von Makrosomie und perinataler Morbidität und Mortalität des Fetus verbunden, sondern auch mit einem erhöhten Risiko der Mutter, später Diabetes, gewöhnlich vom Typ 2, zu entwickeln [Clark et al., 1997; ADA, 2003; Lothar, 2008]. Weiters ist bei Frauen mit Schwangerschaftsdiabetes auch das Risiko erhöht, im Verlauf der Schwangerschaft Hypertonie zu entwickeln [ADA, 2003]. Lao und Ho [2004] konnten einen signifikanten negativen Zusammenhang zwischen bestehender Eisenmangelanämie bzw. der Dauer und Schwere dieser und der Inzidenz von Gestationsdiabetes feststellen. Allerdings waren bei den Anämiegruppen auch die Gewichtszunahmen und in Folge der BMI der Schwangeren niedriger als bei der Kontrollgruppe. Eine aktuelle Placebo-kontrollierte Studie konnte bei der üblichen prophylaktischen Eisensupplementation während der Schwangerschaft jedoch kein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Gestationsdiabetes feststellen [Chan et al., 2009].

3. Material und Methoden

3.1. Studiendesign

In dem Teilprojekt der Studie „Ermittlung des Ernährungsstatus von schwangeren gebürtigen Österreicherinnen im Vergleich mit Schwangeren mit Migrationshintergrund“ ging es darum, den Mineralstoffstatus von schwangeren Frauen im dritten Schwangerschaftsdrittel zu evaluieren. Die Schwangeren wurden in die Gruppe der gebürtigen Österreicherinnen und die Gruppe in Österreich lebender Migrantinnen und die Tochtergeneration von Migranten und Migrantinnen aus verschiedenen Ländern v. a. aus dem ehemaligen Jugoslawien und der Türkei unterteilt.

Die Probandinnen wurden in der Zeit von Oktober 2006 bis zum April 2008 in drei Wiener Krankenhäusern (dem Kaiser-Franz-Joseph-Spital im 10. Bezirk, der Semmelweis Frauenklinik im 18. Bezirk und dem Wilhelminenspital im 16. Bezirk) rekrutiert. Die ausgewählten Krankenhäuser haben ihren Standort in verschiedenen Bezirken von Wien, was gewährleisten sollte, dass die Probandinnen ein möglichst weites Spektrum an unterschiedlichen sozialen Gruppen repräsentieren. Es sollten verschiedene soziale Gruppen mit Unterschieden in Punkten wie Ausbildung, Alter, Beruf und familiären Hintergrund evaluiert werden.

Die Probandinnen mussten folgende Bedingungen erfüllen, um an der Studie teilnehmen zu dürfen:

- Alter zwischen 19 und 40 Jahren
- Schwangerschaft ab der 28. bis zur 40. SSW
- Keine Risiko- oder Mehrlingsschwangerschaft
- Keine Stoffwechselerkrankungen (z. B. Diabetes mellitus)
- Keine Schwangerschaftskomplikationen
- Keine akuten Infektionen

Die Frauen beantworteten einen Fragebogen mit diversen Fragen zu ihrer Person, Ausbildung, Schwangerschaft, Gesundheit, Ernährung und ihren Essgewohnheiten. Zusätzlich füllten sie ein 24-h-Protokoll und einen FFQ aus. Weiters wurde eine Bioelektrische Impedanz Analyse (BIA) durchgeführt, um ihre Körperzusammensetzung (Fettmasse, Muskelmasse, Extrazellulärwasser, Gesamtkörperwasser) einschätzen zu können. Abschließend wurde den Frauen Blut abgenommen und eine Spontanurinprobe gesammelt. Die Probandinnen waren zum Zeitpunkt der Blutabnahme nicht zwingend nüchtern, was sich auf die Untersuchungsergebnisse als kurzfristiger biologischer Einfluss auswirken kann [Lothar, 2008].

3.2. Stichprobenumfang

Für die Analyse der Mineralstoffe lagen die Proben von 113 schwangeren Probandinnen vor. Davon waren 67 gebürtige Österreicherinnen und 46 Frauen mit Migrationshintergrund. Die Gruppe der Schwangeren mit Migrationshintergrund setzt sich wie folgt zusammen: 17 aus der Türkei, 28 aus dem ehemaligen Jugoslawien und eine aus Polen.

Die Frauen waren zum Zeitpunkt der Blutabnahme durchschnittlich in der 32. SSW (± 4 SSW).

Das Durchschnittsalter der Probandinnen lag bei 30 Jahren (± 5.7 Jahre), wobei die jüngste Schwangere der Stichprobe 19 Jahre alt war und die älteste Schwangere ein Alter von 43 Jahren erreicht hatte.

3.3. Aufbereitung der Blutproben für die Analyse

Zuerst wurden jeweils 500 μl des Vollblutes in zwei Cups für das Blutbild und zweimal 300 μl für die Glutathion-Analyse pipettiert. Danach wurden die verschieden präparierten Vollblut-Röhrchen 15 Minuten lang bei 1000 upm zentrifugiert.

Nachdem 500 µl des Plasmas für die Vitamin-C-Analyse und weitere 500 µl für die Bestimmung der Elektrolyte entnommen wurden, zentrifugierte man die Vollblut-Röhrchen weitere 10 Minuten bei 3000 upm. Der nächste Schritt war die Abnahme des Plasmas zur Weiterverwendung. Die Blutzellen, die in den Heparin-Röhrchen verblieben, wurden mit jeweils ca. 4 ml isotonischem Phosphatpuffer (pH-Wert: 7.4) aufgefüllt, um weitere 10 Minuten bei 3000 upm zentrifugiert zu werden. Danach wurde der Überstand abgesaugt und verworfen. Dieser Vorgang des Auswaschens wurde dreimal wiederholt. Vollblut, Plasma und Erythrozytensuspension wurden für die weiteren Analysen aliquotiert, mit Stickstoff begast und bis zu den Einzel-Analysen bei -70 °C tiefgefroren.

3.4. Analyse der untersuchten Mineralstoffe

3.4.1. Analyse von Selen

3.4.1.1. Analysemethoden für Selen

Selen muss im Plasma im Spurenanalytikbereich bestimmt werden. Dafür eignen sich die Graphitrohrofen-AAS (GF-AAS), die Hydridtechnik-AAS (HG-AAS), die Fließinjektions-AAS (FI-AAS) oder eine fluorimetrische Bestimmung [Welz und Sperling, 1997; Lothar, 2008]. Die absolute Empfindlichkeit der GF-AAS und der HG-AAS ist in etwa gleich, jedoch zeigt die GF-AAS eindeutig den geringsten Probenbedarf [Welz und Sperling, 1997].

3.4.1.2. Gerätebeschreibung GF-AAS Perkin Elmer 5100

Die Selenanalyse wurde mit dem Graphitrohrofen-Atomabsorptionsspektrometer der Firma Perkin Elmer 5100 und einer Zeemann AA EDL (Elektrodenlose Entladungs-

lampe) bei einer Wellenlänge von 196.0 nm und Slit 2.0 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte über die AA Winlab 3.0 Software.

Die Geräteeinstellung wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dipl.-Ing. Andreas Schaffer vom AKH Wien - Bereich Arbeitsmedizin - vorgenommen und die Analyse nach Modifizierung der Methode von Knowles und Brodie [1989] durchgeführt [Welz, 1997].

3.4.1.3. Lösungen und Standards für die Selenanalyse

2% HNO₃ (Salpeterlösung) als Spüllösung:

Es wurden 30 ml einer 65% HNO₃-Lösung mit destilliertem Wasser auf 1000 ml aufgefüllt und abschließend 1 ml Methanol in die Spüllösung pipettiert.

0.2% HNO₃ als Kalibrationslösung/Blindwertlösung:

3 ml einer 65% HNO₃-Lösung wurden mit destilliertem Wasser auf 1000 ml aufgefüllt.

Standards:

Standard-Lösung: 1 mg Selen in 0.2% HNO₃-Lösung: 1 ml der 10 mg Selen in 0.2% HNO₃-Stocklösung wurde in einem 10 ml Messkolben mit 0.2% HNO₃-Lösung bis zur Markierung aufgefüllt.

Standard 1: 995 µl von der 0.2% HNO₃-Lösung mit 5 µl der Standard-Lösung

Standard 2: 990 µl von der 0.2% HNO₃-Lösung mit 10 µl der Standard-Lösung

Standard 3: 985 µl von der 0.2% HNO₃-Lösung mit 15 µl der Standard-Lösung

Standard 4: 980 µl von der 0.2% HNO₃-Lösung mit 20 µl der Standard-Lösung

Standard 5: 975 µl von der 0.2% HNO₃-Lösung mit 25 µl der Standard-Lösung

Matrix Modifier:

Der Matrix Modifier wurde wöchentlich frisch vorbereitet und die Menge dem Bedarf angepasst:

600 µl destilliertes Wasser

150 µl Palladium (Palladium Matrix Modifier Pd (NO₃)₂ 2 H₂O)

250 µl von: 3 g Mg(NO₃)₂ mit 1 l destilliertem Wasser

Verdünnungslösung:

Triton® X-100 von Merck Chemicals

Recipe ClinChek®-Control - Plasma Control Level I:

ClinChek®-Control ist ein Kontrollplasma und dient der internen Qualitätssicherung. Es wurden 3 ml bidestilliertes Wasser zum Inhalt eines Fläschchens pipettiert. Das gut verschlossene Fläschchen wurde am Schüttler 30 Minuten sanft bewegt. Nach 1-2 Stunden Entwicklungszeit bei Raumtemperatur konnte das Recipe-Plasma in kleine Plastikcups abgefüllt werden, diese wurden mit Stickstoff begast und bis zu den einzelnen Analysen bei -70 °C gelagert.

Seronorm™ Trace Elements Serum Level 1:

Seronorm™ Trace Elements Serum ist als Kontrollserum mit Sollwerten für die Präzisions- und Richtigkeitskontrolle von Laboruntersuchungen von Bedeutung. 3 ml bidestilliertes Wasser wurden in den Seronorm-Behälter pipettiert. Der verschlossene Behälter wurde 30 Minuten ohne zu starkes Bewegen auf einem sanften Schüttler gegeben, damit es sich auflösen konnte. Nach zwei Stunden Entwicklungszeit wurde das Seronorm-Serum ebenfalls in kleine Plastikcups pipettiert, diese wurden mit Stickstoff begast und bei -70 °C bis zur Analyse tief gefroren.

3.4.1.4. Kalibrierung des GF-AAS

Pro Graphitrohr wurden maximal 120 Analysen durchgeführt. Nach jedem Graphitrohrwechsel wurde mit den 5 Standards neu kalibriert. Der Korrelationskoeffizient musste 0,998 oder größer sein.

3.4.1.5. Probenvorbereitung für die Selenanalyse

Nach dem Auftauen der Proben wurden sie 30 Sekunden lang bei 10.000 upm zentrifugiert. Zu 900 µl Kalibrationslösung wurden 100 µl Serum pipettiert und mit dem Vortexer gut vermischt. Auch vom Recipe Serum CC I und vom Seronorm Serum wurden zu jeweils 100 µl Serum 900 µl Kalibrationslösung pipettiert und gevortext.

3.4.1.6. Durchführung der Selenanalyse mit dem GF-AAS

Modifer, Diluent D, Kalibrationslösung, die fünf Standards, Recipe, Seronorm und Proben wurden in den geeigneten Cups in den Autosampler auf die für sie vorgesehenen Plätze eingestellt. Die Spüllösung wurde in den vorgesehenen Behälter gefüllt, der Abfallbehälter geleert. Nach dem Einsetzen eines neuen Grafitrohres und dem Aufheizen des Gerätes, des Rohres und der Lampe konnte mit der Kalibration begonnen werden. Danach startete die automatische Probenanalyse, wobei jede Probe doppelt bestimmt wurde. In Tabelle 1 und Tabelle 2 sind weitere Geräteeinstellungen zusammengefasst. Bei einer Abweichung von mehr als 10% von der relativen Standardabweichung RSD/Wiederholstandardabweichung wurde die Messung abschließend wiederholt.

Temperaturprogramm der Selenanalyse			
Schritte	Temperatur	Anlaufzeit (Sek.)	Haltezeit der Temperatur (Sek.)
1	80 °C	5	15
2	110 °C	10	25
3	130 °C	10	30
4	550 °C	15	35
5	1050 °C	15	20
6	2100 °C	0	5
7	2450 °C	1	3

Tabelle 1: Temperaturprogramm der Selenanalyse der GF-AAS

Lösung	Dosiertvolumen in µl
Probe	20
Verdünnungslösung	5
Matrix Modifier	5

Tabelle 2: Dosiertvolumen der Lösungen für die GF-AAS

3.4.1.7. Qualitätskontrolle der Selenanalyse

Zur Qualitätskontrolle wurde der Standard 3 laufend mit gemessen, sowie mehrere Male während eines Autosampler-Durchlaufes das Recipe und das Seronorm analysiert. Weiters wurde zur Feststellung bzw. zum Ausschluss des individuellen „Fehlers“ zusätzlich zu Recipe und Seronorm auch eine Zehnerreihe angefertigt. Dafür wurde ein gemischtes Plasma von Probanden verwendet. Der Variationskoeffizient der Methode betrug 4.71-5.07%. (Gesamtübersicht der Qualitätssicherung siehe Kapitel 3.5.3)

3.4.2. Analyse von Zink

3.4.2.1. Analysemethoden für Zink

Zur Bestimmung von Zink im Plasma ist die Flammen-AAS (F-AAS) die Methode erster Wahl, da sie allen anderen Verfahren überlegen ist, und auch frei von Störungen zu sein scheint [Walz, 1997]. Weitere Möglichkeiten sind die GF-AAS und die Plasma-Emissionsspektrometrie [Lothar, 2008], aber auch Photometrie und Voltametrie stellen ausreichend empfindliche Routineverfahren zur Bestimmung von Zink in Geweben und Körperflüssigkeiten dar [Elsenhans, 2002].

3.4.2.2. Gerätebeschreibung F-AAS Perkin Elmer 5100

Die Zinkanalyse wurde mit dem Flammen-Atomabsorptionsspektrometer der Firma Perkin Elmer 5100, einer Luft-Acetylen-Flamme und einer Zeemann AA HKL (Hohlkathodenlampe) bei einer Wellenlänge von 213.9 nm, Slit 0.70 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte ebenfalls über die Winlab AA Version 3.0 Software. Die Methode wurde modifiziert nach Taylor und Bryant [1981] und Qi [1990] durchgeführt.

3.4.2.3. Lösungen und Standards für die Zinkanalyse

Spüllösung:

Destilliertes Wasser

Standardlösungen:

Zwischenverdünnung (ZV) 10 mg Zink/l:

Aus der Zink-Stocklösung mit einer Konzentration von 1000 mg/l wurde 1 ml in einem 100 ml Messkolben pipettiert und mit destilliertem Wasser aufgefüllt.

Standard 1: 1 ml von der ZV und destilliertes Wasser in 100 ml Messkolben

Standard 2: 2 ml von der ZV und destilliertes Wasser in 100 ml Messkolben

Standard 3: 3 ml von der ZV und destilliertes Wasser in 100 ml Messkolben

Standard 4: 4 ml von der ZV und destilliertes Wasser in 100 ml Messkolben

Standard 5: 5 ml von der ZV und destilliertes Wasser in 100 ml Messkolben

Sensitivity-Check-Lösung:

10 ml aus der ZV in 100 ml Messkolben mit destilliertem Wasser aufgefüllt (Konzentration = 1 mg/l).

3.4.2.4. Kalibrierung des F-AAS

Es wurde täglich eine Standardgerade erstellt, die mindestens einen Korrelationskoeffizient von 0.998 haben musste.

3.4.2.5. Probenvorbereitung für die Zinkanalyse

Nach dem Auftauen der Proben wurden diese 30 Sekunden lang bei 10.000 upm zentrifugiert. Da ein Probenvolumen von 2 ml für eine Analyse benötigt wurde, wurden 400 µl Probe mit 1600 µl destilliertem Wasser verdünnt (eine 1+4 Verdünnung ist ein Dilute von 5) und mit dem Vortexer gut vermischt. Jede Probe wurde zweifach in Kunststoffröhrchen angesetzt.

3.4.2.6. Durchführung der Zinkanalyse mit dem F-AAS

Nach dem Entzünden der Flamme und dem Nullwert-Abgleich wurde zuerst mit der Sensitivity-Check-Lösung die Absorbance in einem bestimmten Bereich (zwischen

0.2 und 0.27) eingestellt. Nach der Erstellung der Kalibrationsgeraden wurde mit der Analyse der Proben fortgefahren. Jede Probe wurde doppelt bestimmt.

3.4.2.7. Qualitätskontrolle der Zinkanalyse

Nach ungefähr jeder 10. Probenanalyse wurde ein Standard 3 analysiert. Weiters lief über die Analyse eines Referenz-Serums (interne Probe) eine zusätzliche Qualitätskontrolle mit. Der Variationskoeffizient der Methode betrug 1.31-2.10%. (Gesamtübersicht der Qualitätssicherung siehe Kapitel 3.5.3)

3.4.3. Analyse von Magnesium, Eisen und Kalzium

Für die Analyse von Magnesium, Eisen und Kalzium im Heparin-Plasma wurde das Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System verwendet.

3.4.3.1. Analysemethoden für Magnesium

Als Bestimmungsmethoden für Magnesium im Serum eignen sich u. a. F-AAS und Photometrie von Magnesiumkomplexen. Als alternatives Untersuchungsmaterial zum Plasma kann man auch 24-h-Sammelurin verwenden, um die aktuelle Versorgungslage festzustellen [Lothar, 2008].

3.4.3.1.1. Prinzip des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System

Das Prinzip des Verfahrens ist die kolorimetrische Messung der Reflexionsdichte des gebildeten Magnesium-Farbstoff-Komplexes [Ortho-Clinical Diagnostics, 2003].

3.4.3.2. Analysemethoden für Eisen

Zur Bestimmung des Eisens im Serum/Plasma eignet sich neben der F-AAS und der Atomemissionsspektroskopie auch die photometrische Analyse, wobei zur Trennung des Eisens aus der Transferrinbindung verschiedene Methoden beschrieben sind [Rückgauer und Kruse-Jarres, 2002; Lothar, 2008].

3.4.3.2.1. Prinzip des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System

Nach der Reaktion mit den Reagenzien auf dem Analyseplättchen bildet sich ein Farbkomplex, dessen Reflexionsdichte kinetisch erfasst wird und die proportional zur Eisenkonzentration in der Probe ist [Ortho-Clinical Diagnostics, 2003].

3.4.3.3. Analysemethoden für Kalzium

Als Parameter in der Routinediagnostik wird meist das Gesamtkalzium im Serum bzw. Plasma oder das ionisierte Kalzium im Serum bestimmt [Schöfl, 2002; Lothar, 2008]. Als Referenzmethode ist die Bestimmung mit der AAS empfohlen, weitere Möglichkeiten stellen die Flammenphotometrie und die kolorimetrische Analyse dar [Rückgauer und Kruse-Jarres, 2002; Lothar, 2008].

3.4.3.3.1. Prinzip des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System

Es bildet sich ein Kalzium-Farbkomplex, dessen Reflexionsdichte spektrophotometrisch bestimmt wird [Ortho-Clinical Diagnostics, 2003].

3.4.3.4. Kalibrierung des Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System

Pro Element, das getestet werden sollte, wurde jeweils pro Lot am Beginn der Analyse mit Hilfe des dafür vorgesehenen Kalibrierkits (Vitros Chemistry Products DT Calibrator Kit) einmal kalibriert. Dabei war den Anweisungen des Gerätes zu folgen. Weiters wurde täglich am Beginn der Analyse eine Kontrolle mit anschließendem Vergleich der Referenzwerte durchgeführt.

3.4.3.5. Probenvorbereitung für Magnesium-, Eisen- und Kalziumanalyse

Die Proben wurden kurz vor der Analyse aufgetaut und bei 10.000 upm 30 Sekunden zentrifugiert. Das Material für die Analyse wurde direkt aus den Cups entnommen.

3.4.3.6. Testtyp und Testbedingungen

	Testtyp	Vitros Modul	Ungefähre Inkubationszeit	Temperatur	Wellenlänge
Magnesium	Kolorimetrisch	DT 60 II	5 Minuten	37 °C	660 nm
Eisen	Kinetiktest	DTSC II	5 Minuten	37 °C	630 nm
Kalzium	Kolorimetrisch	DTSC II	5 Minuten	37 °C	680 nm

Tabelle 3: Vitros - Testtyp und Testbedingungen von Magnesium, Eisen, Kalzium

3.4.3.7. Durchführung der Analyse mit dem Vitros DT60 II/DTSC II Chemistry System

Nach dem Einlegen des jeweiligen Parameter-Plättchens wurden jeweils 10 µl Probenplasma aufgetragen. Das Vitros Chemistry System führte die Analyse durch

und gab die Ergebnisse über den eingebauten Drucker unmittelbar nach der Analyse auf Thermopapier aus. Alle Werte wurden einfach bestimmt.

3.4.3.8. Qualitätskontrolle der Magnesium-, Eisen- und Kalziumanalyse

Außer der täglichen Überprüfung mittels Kontrolle gab es keine weiteren Maßnahmen. Der Variationskoeffizient der Kontrolle lag zwischen 2.11% und 3.55% für Kalzium, bei 4.88% für Magnesium und bei 9.11% für Eisen. (Gesamtübersicht der Qualitätssicherung siehe Kapitel 3.5.3)

3.4.4. Analyse von Natrium, Kalium und Chlorid

Die Analyse von Natrium, Kalium und Chlorid wurde mit dem NOVA CRT 10 Elektrolytsystem der Firma NOVA Biomedical GmbH durchgeführt.

3.4.4.1. Analysemethoden für Natrium

Für die Bestimmung von Natrium eignen sich Flammenphotometrie, die potentiometrische Bestimmung mit ionenselektiver Elektrode oder verschiedene Fällungsreaktionen [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

3.4.4.2. Analysemethoden für Kalium

Als Analyseverfahren für die Untersuchung von Kalium sind die Flammenphotometrie, die potentiometrische Bestimmung mit ionenselektiver Elektrode und die enzymatisch-spektrometrische Bestimmung geeignet [Lothar, 2008]. Das

bevorzugte Untersuchungsmaterial für die Kaliumstatusanalyse stellt das Plasma dar [Sauberlich, 1999].

3.4.4.3. Analysemethoden für Chlorid

Bestimmungsmethoden für Chlorid sind die ionenselektive Elektrode, die kolometrische Titration am Chloridmeter, die mercurimetrische Titration oder eine photometrische Bestimmung [Sauberlich, 1999].

3.4.4.4. Prinzip des NOVA CRT 10 Elektrolytsystems

Die Bestimmung von Natrium, Kalium und Chlorid wird mittels ionenselektiver Elektrode vollautomatisch durchgeführt.

3.4.4.5. Durchführung der Analyse von Natrium, Kalium und Chlorid mit dem NOVA CRT 10 Elektrolytsystem

Jeweils 250 µl Plasma werden in die zugehörigen Cups pipettiert. Diese Probengefäße werden in den Probenhalter gestellt und dieser in der Schublade geschlossen. Nach dem Drücken der Taste „Analyse“ werden die eingestellten Parameter bestimmt und die Ergebnisse über den beigefügten Drucker ausgedruckt.

3.4.4.6. Qualitätskontrolle des NOVA CRT 10 Elektrolytsystems

Die Bestimmung von Natrium, Kalium und Chlorid erfolgte über den gesamten Probandenrekrutierungszeitraum jeweils mit dem frischen Plasma mit dem NOVA CRT 10 Elektrolytsystem. Eine zusätzliche Qualitätskontrolle wurde nicht durch-

geführt, da durch das integrierte Qualitätskontrollprogramm keine zusätzliche Dokumentation oder Kalkulation der Qualitätskontrolldaten erforderlich ist.

3.5. Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung dient der Beurteilung der erfolgten Messungen.

3.5.1. Variationskoeffizient (Präzision)

Mit der Präzision kann man eine Aussage über das Auftreten von zufälligen Fehlern treffen. Nach der Mehrfachanalyse einer Realprobe bestimmt man den Mittelwert, die Standardabweichung und den Variationskoeffizienten. Im optimalen Fall sollte dieser unter 5% liegen, jedoch sind Werte bis maximal 10% akzeptabel [Funk et al., 1992].

3.5.2. Wiederfindung (Richtigkeit)

Mit der Richtigkeit soll eine Bewertung des jeweiligen Analyseverfahrens erfolgen. So lässt sich ein systematischer Fehler durch Abweichung vom „wahren“ Wert erkennen. Diesen kann man mit Hilfe der Wiederfindungsrate, zertifizierter Referenzproben, interner Kontrollproben oder eines zweiten Analyseverfahrens beurteilen. [Funk et al., 1992].

3.5.3. Ergebnisse der gesamten Qualitätskontrolle aller Mineralstoffe

Qualitätssicherung Mineralstoffe - Überblick					
Element	Material	n	VK in %	WF in %	Sollwert
Selen	Recipe	36	5.07	70-115.9 ¹	61-101 µg/l ²
				87.28	81 µg/l
	Seronorm	18	4.71	80.42-97.22 ¹	53.6-64.8 µg/l ²
				88.02	59.2 µg/l
	Zehnerreihe	18	4.87		
Zink	Seronorm	10	1.31	85.62-115.93 ¹	1.13-1.53 mg/l ²
				98.50	1.33 mg/l
	Zehnerreihe	20	2.10		
Magnesium	Vitros-Kontrolle	6	4.88	91.82-126.25 ¹	1.6-2.2 mg/dl ²
				106.32	1.9 mg/dl
Kalzium	Vitros-Kontrolle	4	3.55	99.47-114.02 ¹	8.2-9.4 mg/dl ²
				106.25	8.8 mg/dl
		3	2.11	103.26-118.75 ¹	8.0-9.2 mg/dl ²
				110.47	8.6 mg/dl
Eisen	Vitros-Kontrolle	6	9.11	81.51-119.32 ¹	69-101 µg/dl ²
				96.86	85 µg/dl

¹errechnet mit Maximum/Minimum vom Referenzbereich

²Referenzbereich

Tabelle 4: Ergebnisse der Qualitätskontrolle aller Mineralstoffe

Da für die Analyse von Natrium, Kalium und Chlorid keine zusätzliche interne Qualitätskontrolle durchgeführt wurde, werden im Folgenden die von der Firma NOVA Biomedical publizierten Messpräzisionen angegeben:

Parameter	Proben- art	VK in % Tag zu Tag	KK	Probenbereich in mmol/l	Vergleichs- instrument	N
Natrium	Serum	2.0	100	104-178	CRT 13	60
Kalium	Serum	3.0	100	3.6-6.5	CRT 13	60
Chlorid	Serum	2.0	99.5	82-134	CRT 13	60

KK=Korrelationskoeffizient R

Tabelle 5: Natrium, Kalium und Chlorid: Präzision und Genauigkeit des NOVA CRT 10

3.6. Statistik

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS (Statistical Package for the Social Science, SPSS Incorp. USA) Version 17.0 durchgeführt. Dabei wurden Extremwerte, deren Mittelwerte über der vierfachen Standardabweichung lagen, von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen. Mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests bei zwei unabhängigen Stichproben und der explorativen Statistik bei mehreren unabhängigen Stichproben wurde auf Normalverteilung getestet. Anschließend wurden Mittelwertvergleiche der normalverteilten Variablen mit dem T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Die Mittelwertvergleiche der nicht normalverteilten Variablen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben und mit dem H-Test nach Kruskal und Wallis für mehrere unabhängige Stichproben durchgeführt. Mögliche Korrelationen zwischen den verschiedenen Variablen wurden mittels Kreuztabellen (Bivariate Korrelationen nach Pearson mit Zweiseitigkeit) untersucht. Das Signifikanzniveau wurde mit <0.05 festgelegt.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Die Mineralstoffaufnahme der Probandinnen

In Tabelle 6 sind die Daten der Aufnahmeerhebung des 24-h-Protokolls der Probandinnen nach Auswertung mit dem Bundeslebensmittelschlüssel BLS Version II.2.3 mit den jeweiligen Referenzbereichen und der Stichprobenzahl ersichtlich. Die Mittelwerte von Magnesium (356.72 ± 170.18 mg) und den Elektrolyten (Natrium 5122 ± 2584.96 mg; Kalium 4102.17 ± 2226.07 mg; Chlorid 5769.77 ± 2433.03 mg) liegen deutlich über den Empfehlungen nach den D-A-CH-Referenzwerten. Die mittlere Kalziumaufnahme und die mittlere Zinkaufnahme (10.69 ± 4.65 mg) liegen knapp um den empfohlenen Bereich. Nur die Empfehlung für die Eisenaufnahme kann mit durchschnittlichen 12.95 ± 6.93 mg nicht einmal zu 50% mit der Nahrungsaufnahme erreicht werden. Weitere Daten der Mineralstoffaufnahme sind im Anhang zusammengefasst (siehe Tabelle 18 und Tabelle 19). In den Tabellen und Abbildungen wurden aus Gründen der Vereinfachung anstatt der Bezeichnungen „schwangere gebürtige Österreicherinnen“ - „Österreicherinnen“ und anstelle von „Schwangere mit Migrationshintergrund“ - „Migrantinnen“ verwendet.

Mineralstoffaufnahme in mg/d						
Mineralstoff	N	MW	SD	Min.	Max.	D-A-CH-Referenzwerte
Zink	103	10.69	4.65	2.49	30.50	10 ¹
Magnesium	104	356.72	170.18	48.92	877.97	310 ¹
Eisen	101	12.95	6.93	2.58	39.63	30 ¹
Kalzium	103	996.33	492.37	131.81	3227.30	1000 ¹
Natrium	103	5122.37	2584.96	629.43	11528.30	550 ²
Kalium	104	4102.17	2226.07	290.76	9413.56	2000 ²
Chlorid	103	5769.77	2433.03	829.21	14623.00	830 ²

¹Empfohlene Zufuhr nach D-A-CH, 2000

²Schätzwerte für eine minimale Zufuhr nach D-A-CH, 2000

Tabelle 6: Die Mittelwerte der Mineralstoffaufnahme der Probandinnen im Überblick mit den D-A-CH-Referenzwerten

4.2. Überblick der Ergebnisse der Mineralstoffstatusanalyse

In Tabelle 7 sind die gesamten Ergebnisse der Mineralstoffanalyse sowie entsprechende Referenzbereiche zusammengefasst. Die Anzahl der Probandinnen, die den empfohlenen Referenzbereich erreichte bzw. nicht erreichen konnte, ist in Abbildung 3 für jeden analysierten Parameter ersichtlich. Dabei wurden folgende Referenzwerte als Untergrenze für die Beurteilung verwendet: 40 µg/l für Selen, 0.53 mg/l für Zink, 1.70 mg/dl für Magnesium, 8.76 mg/dl für Kalzium, 134 mmol/l für Natrium, 3.4 mmol/l für Kalium, 99 mmol/l für Chlorid, 42 µg/dl für Eisen, 32% für den Hämatokritwert und 11g/dl für Hämoglobin. Eine Tabelle mit Median und Perzentilen der Mineralstoffanalyse befindet sich im Anhang (siehe Tabelle 20). Weiters sind im Anhang in Tabelle 21 die Anzahl und der Anteil der Probandinnen unterteilt nach Herkunftsgruppen erfasst, die den jeweilig empfohlenen Referenzbereich erreichten bzw. nicht erreichten.

Auf die einzelnen Parameter wird in den Kapiteln 4.3 bis 4.8 näher eingegangen.

Mineralstoffstatus in der Schwangerschaft						
Mineralstoff	N	MW	SD	Min.	Max.	Referenzbereich
Selen (µg/l) Plasma	113	44.61	8.72	24.32	69.84	40-80 ¹
Zink (mg/l) Plasma	113	0.57	0.08	0.38	0.75	>0.53 ³ bzw. >0.60 ²
Magnesium (mg/dl) Plasma	113	1.81	0.19	1.20	2.20	1.70-2.43 ³
Kalzium (mg/dl) Plasma	113	9.49	0.43	8.20	10.80	8.76-9.6 ³
Natrium (mmol/l) Plasma	50	141.34	1.30	138.00	144.00	134-140 ³
Kalium (mmol/l) Plasma	30	3.97	0.30	3.40	4.80	3.4-3.8 ³
Chlorid (mmol/l) Plasma	52	108.54	2.11	104.00	113.00	99-110 ³
Eisen (µg/dl) Plasma	110	64.30	31.24	22.00	195.00	42-177 ²
Hämatokrit in %	112	44.71	10.99	27.70	72.50	> 32 ¹
Hämoglobin in g/dl	113	15.57	4.23	8.60	28.70	> 11 ¹

¹Elmadfa und Leitzmann, 2004

²Lothar, 2008

³Sauberlich, 1999

Tabelle 7: Mineralstoffstatusanalyse im Überblick

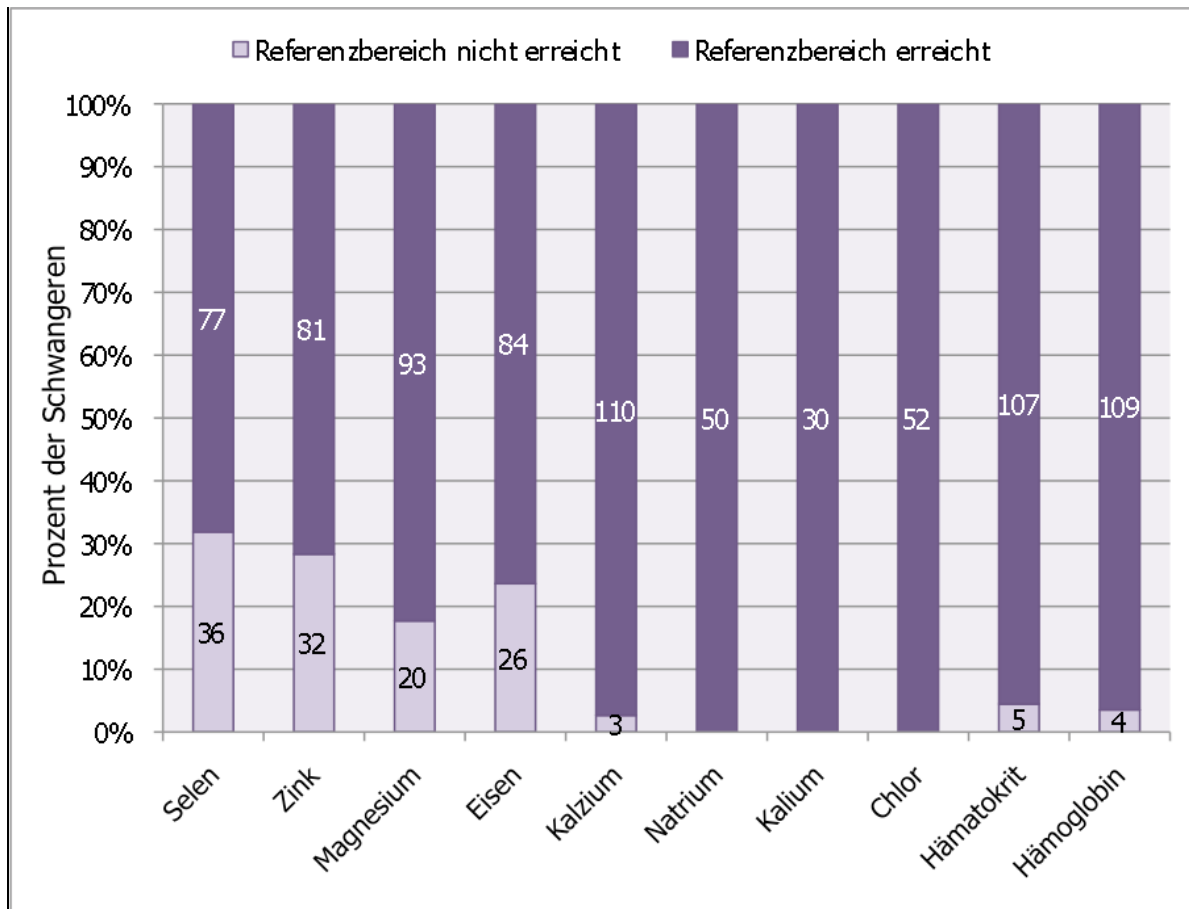


Abbildung 3: Bewertung des laborchemischen Status der einzelnen Mineralstoffe

4.2.1. Überblick über die Einnahme von Supplementen

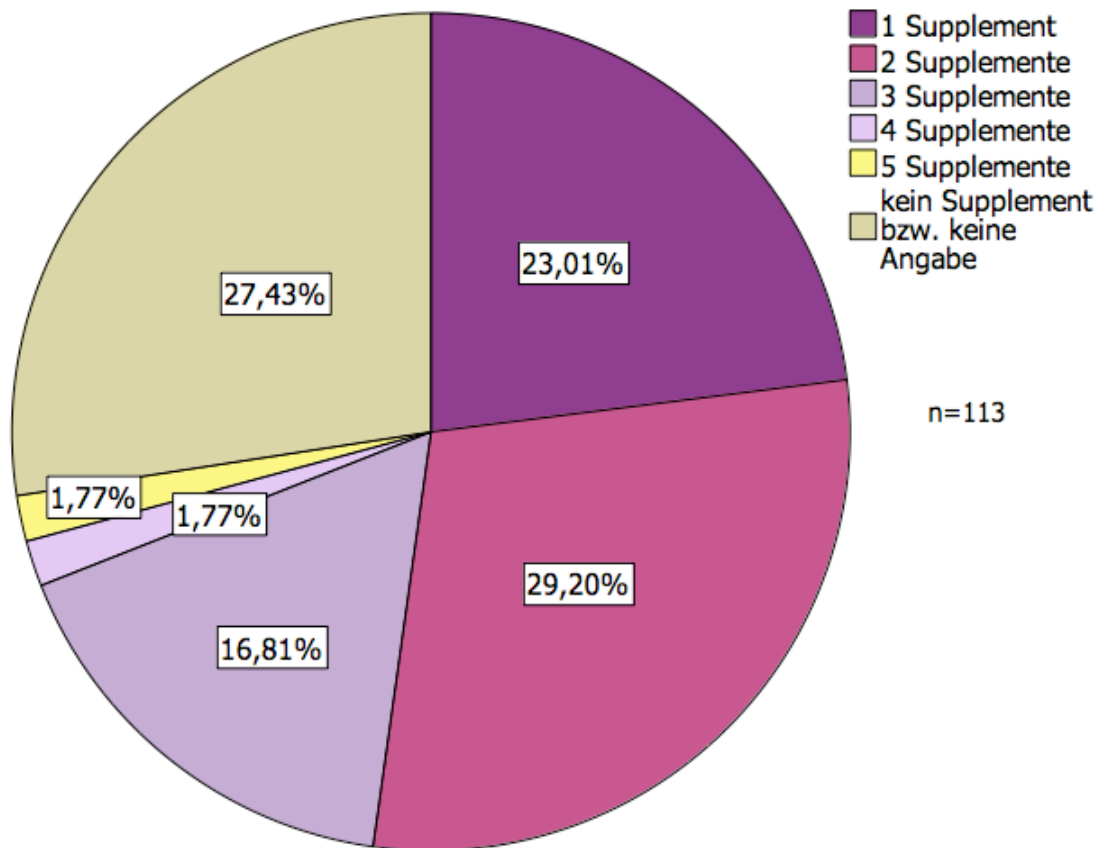


Abbildung 4: Anzahl der verwendeten Supplemente pro Probandin

In Abbildung 4 ist die Anzahl der verwendeten Präparate pro Probandin ersichtlich. 23.01% nahmen ein Supplement, 29.20% zwei, 16.81% drei und jeweils 1.77% vier bzw. fünf verschiedene Supplemente ein. Nur 27.43% der Probandinnen haben angegeben, zum Zeitpunkt der Befragung keine Supplemente eingenommen zu haben bzw. haben keine Angabe dazu gemacht. Aus der Gruppe der gebürtigen Österreicherinnen gaben 79.7% an, mindestens ein Supplement einzunehmen, während dieser Anteil mit 61.4% in der Gruppe der Frauen mit Migrationshintergrund deutlich niedriger lag. Weiters zeigen die folgenden Abbildungen (Abbildung 5 bis Abbildung 8) den Anteil der Probandinnen, die ein Eisen-, Folsäure- und Eisen-, Multivitamin-

oder Magnesiumsupplement eingenommen haben – unterteilt nach Herkunftsgruppe. Der gesamte Anteil der Einnahme eines eisenhaltigen Supplements liegt mit 27.4% bzw. 9.7% für folsäure- und eisenhaltige Supplemente eher niedrig. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass auch in den Multivitamin-supplementen Eisen enthalten ist, verändert sich dieses Bild. 42.5% der Probandinnen gaben an, ein Multivitamin-supplement einzunehmen. Mehr als die Hälfte der schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und etwa ein Drittel der Schwangeren mit Migrationshintergrund supplementierten ein Multivitaminpräparat. Das eingenommene Multivitamin-supplement wurde nicht von allen 48 Probandinnen näher benannt, nur 32 der befragten Schwangeren gaben einen Produktnamen an (25 davon Elevit und 7 Pregnavit). 38.9% der Probandinnen supplementierten regelmäßig ein Magnesiumpräparat, wobei auch hier der Anteil unter den gebürtigen Österreicherinnen höher war als der Anteil unter den Frauen mit Migrationshintergrund. Die Einnahme von Supplementen wurde weder bei der Analyse noch bei den statistischen Auswertungen direkt berücksichtigt. Eine zusammenfassende Übersicht zur Supplementeinnahme befindet sich im Anhang (siehe Tabelle 22).

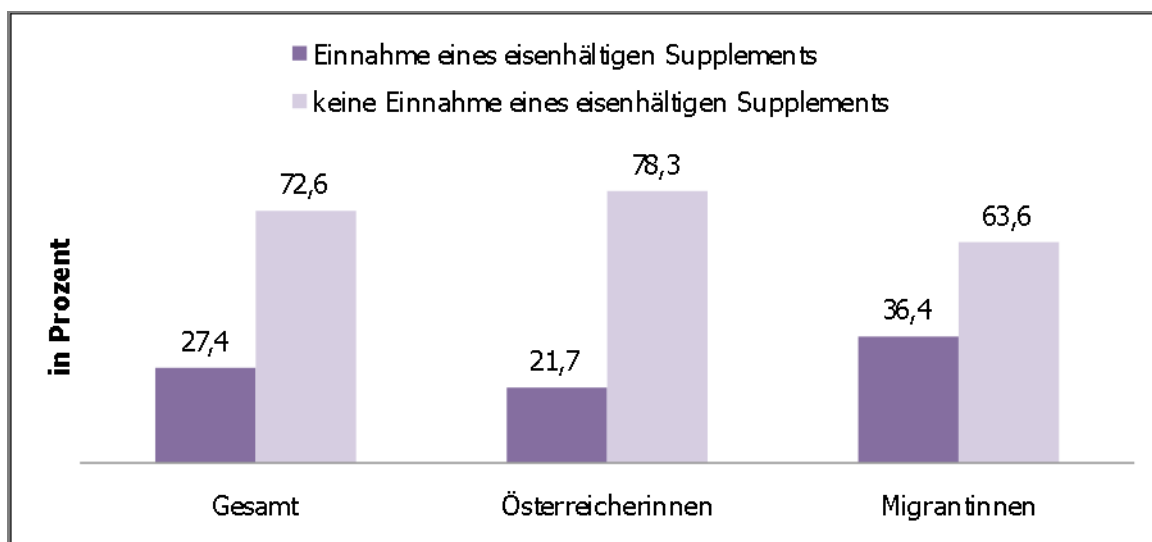


Abbildung 5: Einnahme von Eisensupplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

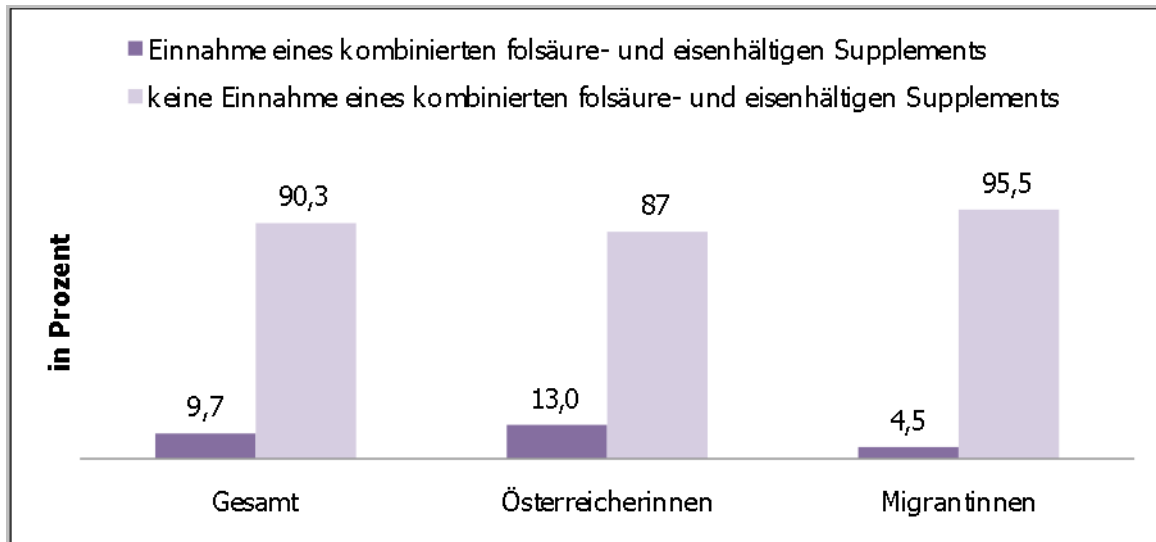


Abbildung 6: Einnahme von kombinierten Folsäure- und Eisensupplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

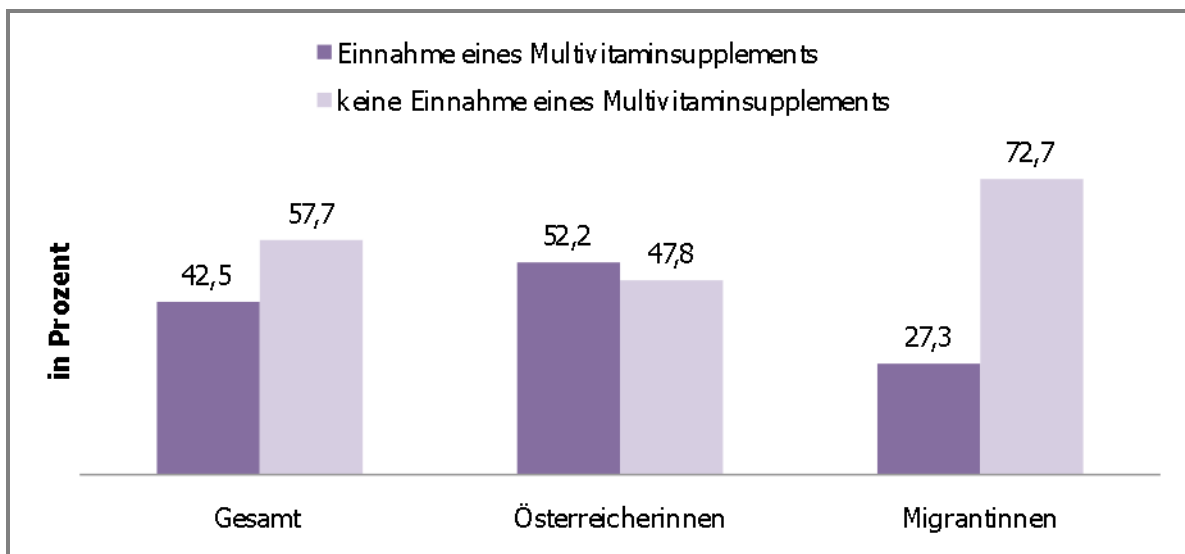


Abbildung 7: Einnahme von Multivitamin supplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

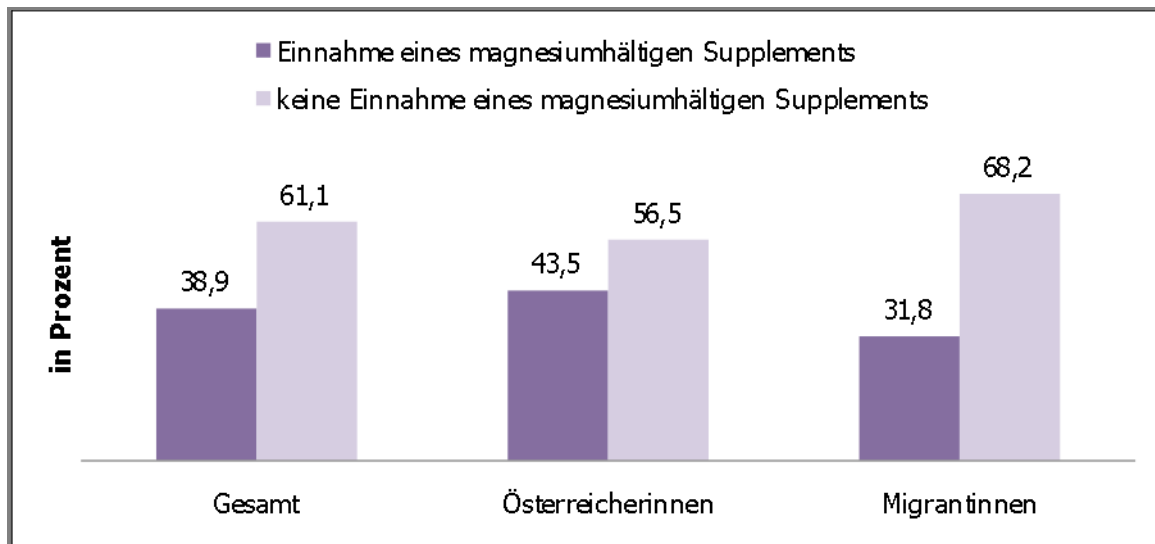


Abbildung 8: Einnahme von Magnesiumsupplementen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

4.3. Selen

Die Selenwerte im Plasma sind sensitive Marker für die aktuelle Selenversorgung [Köhrle, 2002; Lothar, 2008]. Da von den mindestens 30 entdeckten Selenoproteinen noch lange nicht alle molekular, biochemisch oder funktionell untersucht sind, gibt es noch keinen zuverlässigen einzelnen Parameter für die Bestimmung des Selenstatus. Neben der Bestimmung des Selengehaltes im Plasma, im Vollblut oder in den Erythrozyten besteht die Möglichkeit, die Aktivität oder Konzentrationen verschiedener Proteine oder Enzyme (wie die Aktivitätsmessung der Glutathionperoxidase in den Erythrozyten) zu messen [Köhrle, 2002]. Während die Bestimmung von Selen im Vollblut sehr gut mit dem Selengehalt der Leber korreliert, sind die Serumselenkonzentrationen und die Aktivitätsmessung der Glutathionperoxidase gute Parameter für die Beurteilung der aktuellen Zufuhr [Rükgauer und Kruse-Jarres, 2002]. Aufgrund fehlender Daten gibt es bisher nur Schätzwerte zur Aufnahmeempfehlung und kontroverse Diskussionen hinsichtlich einer adäquaten Selenversorgung [Köhrle, 2002].

Referenzbereiche für Erwachsene im Plasma schwanken je nach Quelle von 50-120 µg/l [Lothar, 2008] über 70-130 µg/l [Welz und Sperling, 1997] oder 60-340 µg/l [Elmadfa und Leitzmann, 2004], wobei Elmadfa und Leitzmann [2004] für Schwangere und Stillende in Österreich einen Bereich von 40-80 µg/l als adäquat beurteilen.

Bisherige Selenstatuserhebungen bei Frauen [Szallai, 1997; Amann, 1998] zeigten in der 20. SSW mittlere Selenkonzentrationen von 59.0 ± 8.0 µg/l, 13% der untersuchten Frauen unterschritten den Referenzwert von 50 µg/l. In der 34. SSW betrug der mittlere Selen Spiegel 61.9 ± 18.4 µg/l. In diesem Stadium der Schwangerschaft wurde der Referenzwert von 50 µg/l von 34% der Schwangeren nicht erreicht. In der Folge wurde die Selenversorgung von Schwangeren laut dem Österreichischen Ernährungsbericht 1998 als verbesserungswürdig eingestuft.

In der vorliegenden Studie liegt der Mittelwert des untersuchten Kollektivs mit 44.41 ± 8.72 µg/l knapp innerhalb des Referenzbereiches (siehe Tabelle 8). Beim Vergleich der beiden Gruppen schwangere gebürtige Österreicherinnen und Schwangere mit Migrationshintergrund konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (siehe Abbildung 9). Aufgrund mangelhafter Daten zum Selengehalt in Lebensmitteln ist keine Aufnahmedatenauswertung mittels BLS möglich. Daher konnte keine Gegenüberstellung zwischen Aufnahme und Plasmakonzentration durchgeführt werden.

Selen in µg/l Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	113	44.61	8.72	24.3	69.84
Österreicherinnen	69	45.29	8.70	27.3	69.84
Migrantinnen	44	43.54	8.73	24.3	63.40

Tabelle 8: Plasmaselenkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft

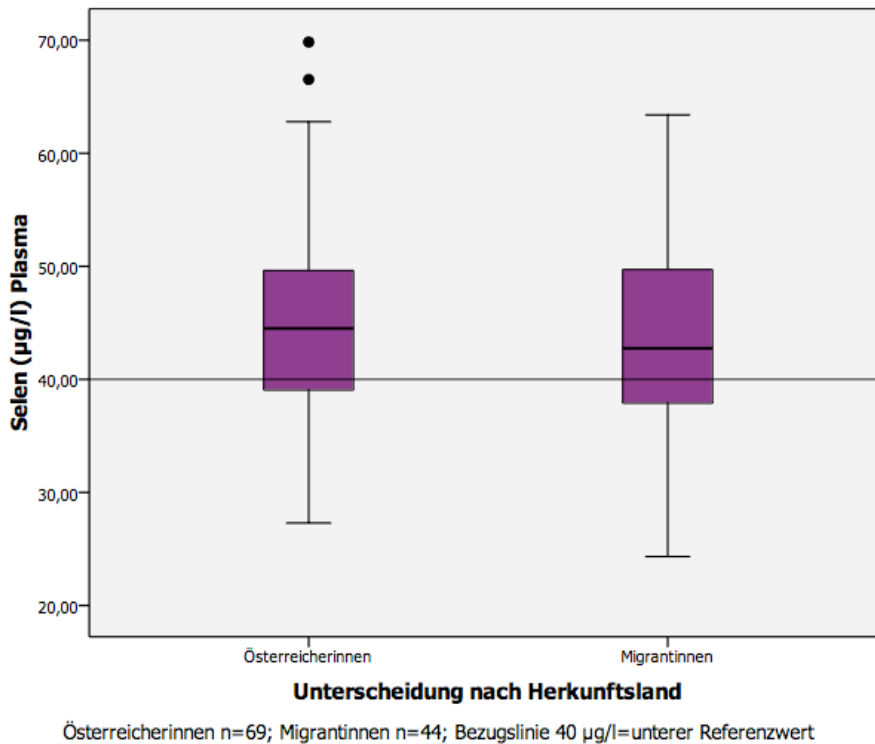


Abbildung 9: Plasmaselen Spiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Ähnlich wie 1998 erreichen im vorliegenden Kollektiv 31.6% (n=36) der Probandinnen den empfohlenen Referenzbereich von 40-80 µg/l nicht (siehe Abbildung 10). Dabei liegt der Anteil unter den schwangeren gebürtigen Österreicherinnen mit 30.4% ähnlich dem unter den Schwangeren mit Migrationshintergrund mit 34.1%. Keine einzige Probandin erreichte einen Wert von über 80 µg/l. Beim Vergleich der analysierten Mittelwerte aus den verschiedenen Studien lässt sich eine Verschlechterung des Selenstatus innerhalb des letzten Jahrzehntes feststellen. Dieses Ergebnis unterstreicht die allgemein schlechte Selenversorgung in Österreich, wobei als mögliche Hauptursache die selenarmen Böden innerhalb des Landes in Frage kommen [Pfannhauser, 1992; Sager und Hoesch, 2006]. Somit stellt sich die Situation der Schwangeren in Österreich in Bezug auf die Selenversorgung als verbesserungswürdig dar.

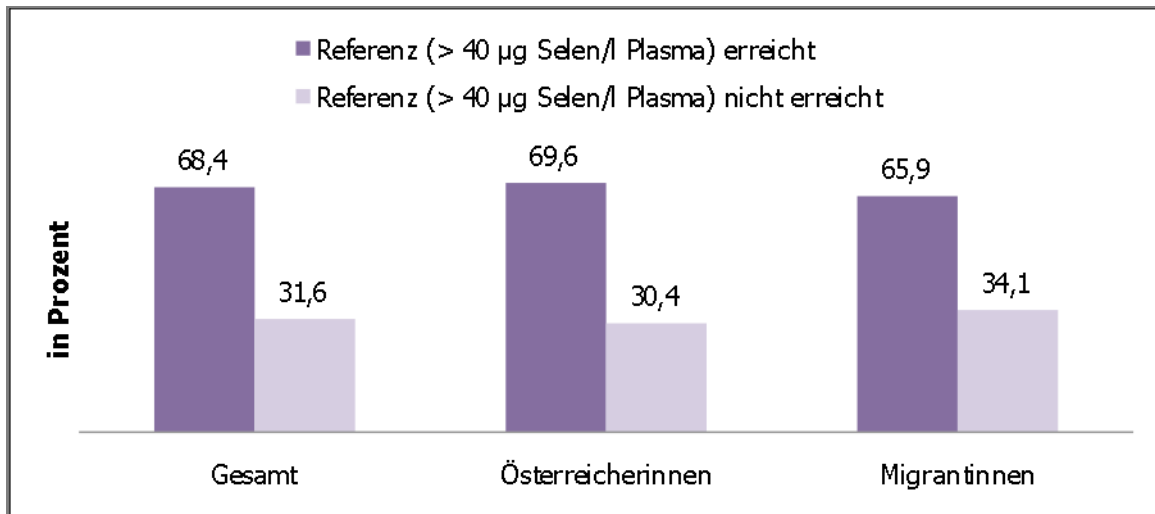


Abbildung 10: Bewertung der Plasmaselenkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

4.4. Zink

Laut verschiedenen Autoren steht zur Diagnostik des Zinkstatus keine optimale Methode zur Verfügung [Rükgauer und Kruse-Jarres, 2002; Lothar, 2008]. Elmadfa und Leitzmann [2004] empfehlen neben der Bestimmung des Plasmazinkgehaltes gleichzeitig die Analyse und Berücksichtigung des Albumingehaltes, da zwei Drittel des Plasmazinks an Albumin gebunden vorkommen. Ebenso üben die homöostatische Regulation der Zinkkonzentration im Plasma (mittels „Speicher“ in Muskulatur und Knochen) und verschiedene Umstände (wie körperliche Belastung, Stress, Schwangerschaft, orale Kontrazeptiva, aber auch Geschlecht, Alter, Tagesrhythmik, Nahrungsaufnahme, Protein- und Hormonstatus) Einfluss auf die Zinkkonzentration im Plasma aus, daher ist ein Zinkmangel im Blut lange Zeit nicht erkennbar. Die Plasmakonzentration kann aber unter Berücksichtigung der persönlichen Einflüsse sowie der Ernährungsweise und der metabolischen Situation zur Beurteilung herangezogen werden, da andere Methoden wenig routinetauglich sind [Rükgauer und Kruse-Jarres, 2002; Lothar, 2008]. Elsenhans wiederum sieht erniedrigte Serumzinkspiegel allgemein als Anzeichen eines Zinkmangels an [2002].

Der normale Zinkreferenzbereich im Plasma für Frauen wird von Lothar [2008] mit mindestens 0.6 mg/l, von Elmadfa und Leitzmann [2004] mit durchschnittlich 1 mg/l Plasma angegeben, während Sauberlich [1999] zwei verschiedene Untergrenzen für das Bestehen eines erniedrigten Plasmazinkspiegels bei Schwangeren angibt, nämlich 0.65 mg/l bzw. 0.53 mg/l. In den folgenden Abbildungen wurde der niedrigste Wert von Sauberlich als Bezugslinie markiert und auch für die Beurteilung herangezogen, da der Plasmazinkspiegel während der Schwangerschaft auf Werte sinkt, die etwa 35% der Werte von Nichtschwangeren betragen [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Bei Schwangeren ist bis zur 25. SSW ein Anstieg der Plasmazinkspiegel zu beobachten, danach kommt es zu einem deutlichen Abfall der Zinkkonzentrationen [Lothar, 2008]. Die untersuchten Probandinnen weisen Plasma-proteinmittelwerte (Albumin 3.66 ± 0.22 g/dl, Gesamtprotein 6.88 ± 0.49 g/dl) innerhalb des Referenzbereiches auf [Lothar, 2008]. Eine Übersicht dieser Werte befindet sich im Anhang (siehe Tabelle 23). Da im Laufe der Schwangerschaft die Albuminwerte physiologisch bedingt durch die stattfindende Hämodilution absinken, kann eine Hypoproteinämie der Probandinnen weitgehend ausgeschlossen werden [Barnard et al., 1987; Murphy et al., 2002].

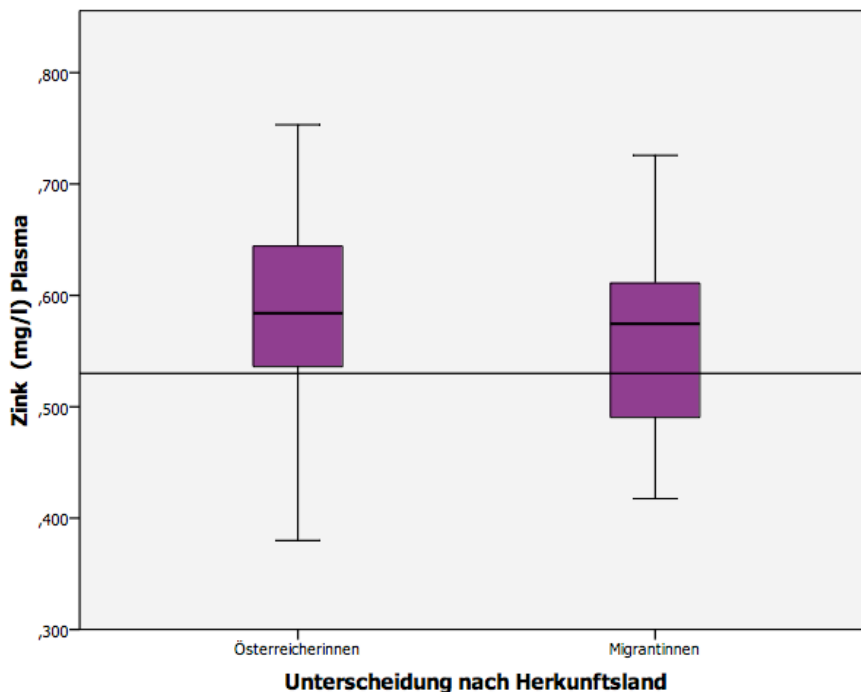
Bisherige Zinkstatuserhebungen von Szallai [1997] in der 20. SSW mit einem Mittelwert von 1.03 ± 0.19 mg/l belegen, dass die Plasmazinkkonzentrationen erst im späteren Verlauf der Schwangerschaft absinken.

Der errechnete Mittelwert der Plasmazinkkonzentrationen liegt mit 0.57 ± 0.08 mg/l innerhalb des Referenzbereiches an dessen unterer Grenze, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (schwängere Frauen mit österreichischer Herkunft 0.58 ± 0.08 mg/l; schwängere Frauen mit Migrationshintergrund 0.56 ± 0.09 mg/l) festgestellt werden konnte (siehe Tabelle 9 und Abbildung 11). Im Vergleich dazu lag die durchschnittliche Zinkaufnahme des Kollektivs dieser Erhebung mit 10.69 ± 4.65 mg/d im empfohlenen Bereich, wobei die schwangeren gebürtigen Österreicherinnen mit durchschnittlich 12.00 ± 4.70 mg/d eine deutlich höhere Aufnahme erreichten als die Schwangeren mit Migrationshintergrund mit 8.54 ± 3.73

mg/d. Mehr als 25% der Österreicherinnen und sogar mehr als 50% der Migrantinnen blieben unterhalb der empfohlenen Aufnahmemenge.

Zink in mg/l Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	113	0.57	0.08	0.38	0.75
Österreicherinnen	69	0.58	0.08	0.38	0.75
Migrantinnen	44	0.56	0.09	0.42	0.73

Tabelle 9: Plasmazinkkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft



Österreicherinnen n=69; Migrantinnen n=44; Bezugslinie 0.53 mg/l = unterster Referenzwert

Abbildung 11: Plasmazinkspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Ein relativ hoher Anteil von 28.3% der Probandinnen (n=32) weist einen zu niedrigen Plasmazinkspiegel auf (siehe Abbildung 12). Aus der Gruppe der Schwangeren mit Migrationshintergrund sind 36.4% und aus der Gruppe der Schwangeren mit österreichischer Herkunft 23.2% von einer schlechten Zinkversorgung betroffen.

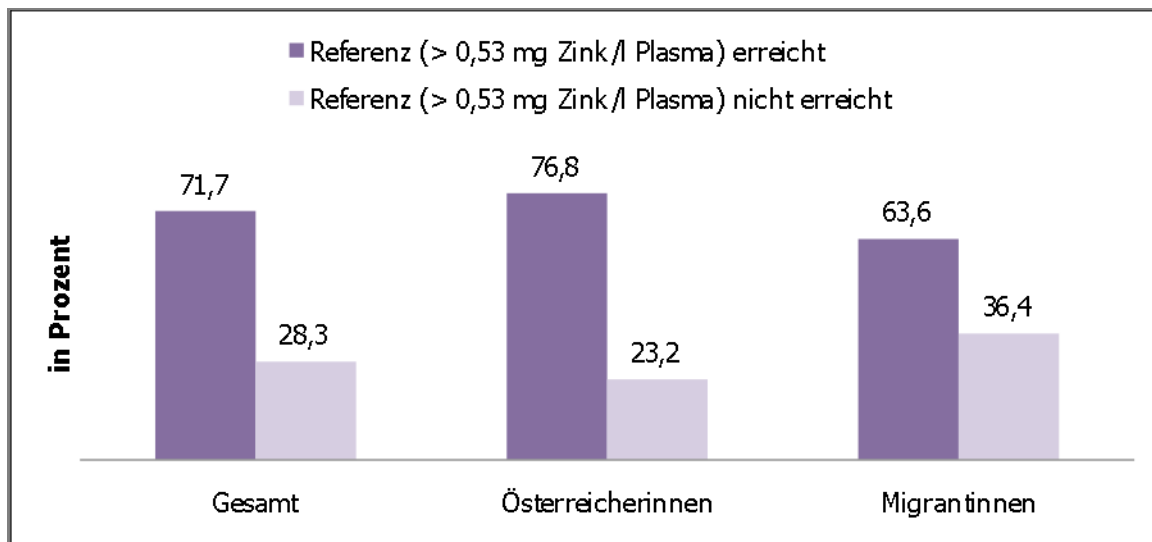


Abbildung 12: Bewertung der Plasmazinkkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Es konnte keine Korrelation zwischen den Plasmazinkspiegeln und der Aufnahme von Zink mit der Nahrung in mg/MJ ($r=0.10$, siehe Abbildung 13), dem Alter der Schwangeren ($r=0.04$), sowie der Einnahme eines zinkhaltigen Supplements ($r=-0.16$) festgestellt werden. Allerdings besteht ein negativer signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und dem Zinkstatus auf einem Niveau von $p < 0.05$ (2-seitig signifikant; $r=-0.21$, siehe Abbildung 14).

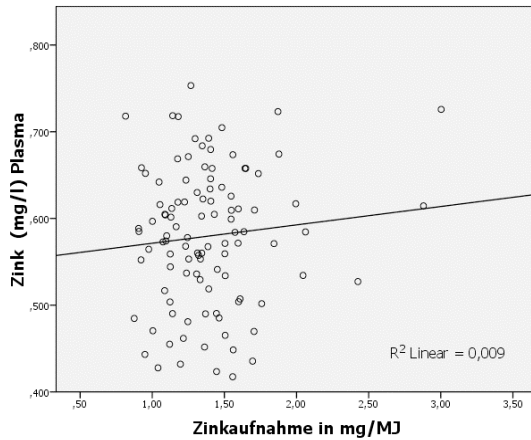


Abbildung 13: Korrelation zwischen der Zinkaufnahme in mg/MJ und den Plasmazinkspiegeln

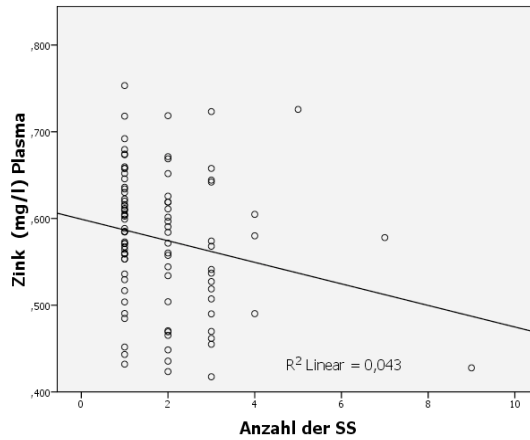


Abbildung 14: Korrelation zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und den Plasmazinkspiegeln

In Abbildung 15 ist der Zusammenhang zwischen den Zinkkonzentrationen im Plasma und der Zinkaufnahmelevel (Zinkzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) unter der Berücksichtigung der Zinksupplementeinnahme dargestellt. Nur im Multivitamin supplement Elevit Pronatal ist Zink (7.5 mg pro Tagesdosis) enthalten. In Summe haben 25 Probandinnen (22.1%) angegeben, dieses Multivitaminpräparat eingenommen zu haben, 24.6% der schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und 18.2% der Schwangeren mit Migrationshintergrund. Von diesen 25 haben 16% Plasmazinkkonzentrationen unterhalb des Referenzbereiches, jedoch haben 31.8% der Probandinnen, die kein zinkhaltiges Supplement eingenommen haben, zu niedrige Plasmazinkspiegel. Eine ausreichende Versorgung mit Zink ist besonders für das Wachstum des Feten und die Entwicklung des Zentralen Nervensystems von Bedeutung [Koula-Jenik, 2006]. Neben der Aufnahme von Zink über hauptsächlich tierische proteinreiche Produkte wie Fleisch, Fisch, Milch und Milchprodukten kommt der Einnahme eines zinkhaltigen Supplements eine wichtige Rolle beim Erreichen eines zufriedenstellenden Zinkstatus zu [Elsenhans, 2002].

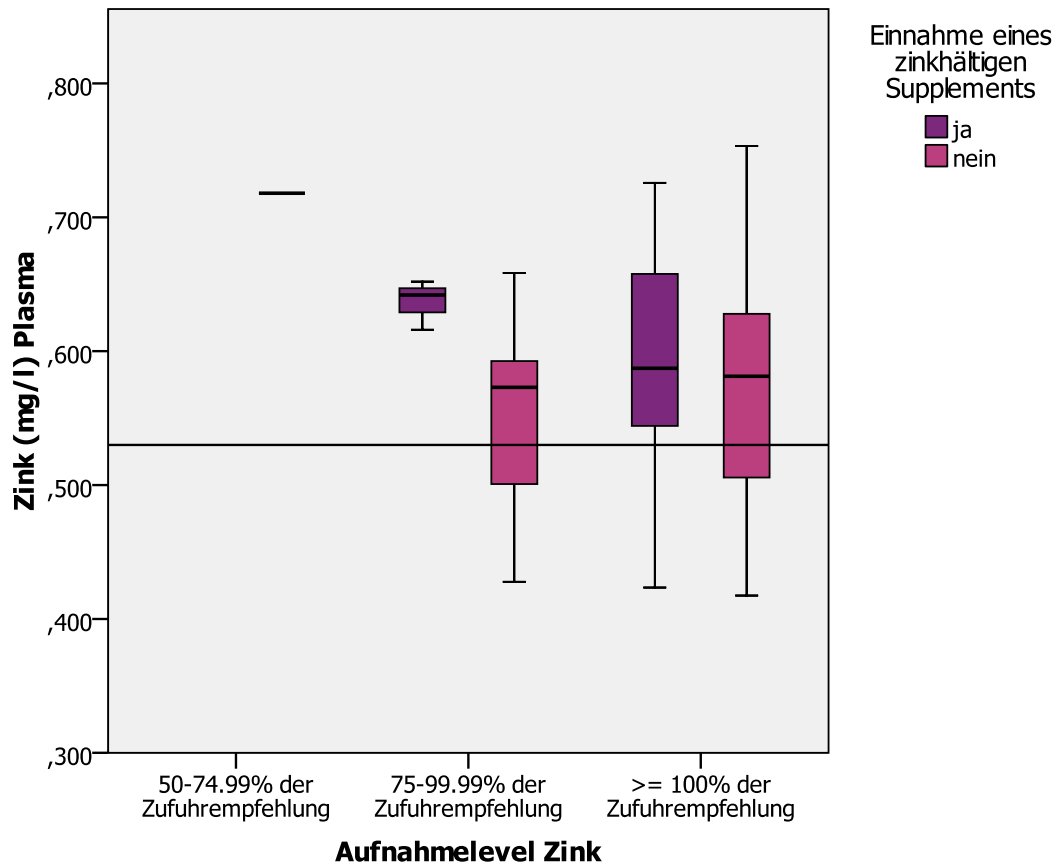


Abbildung 15: Zusammenhang zwischen den Plasmazinkkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Zinkzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Zinksupplementeinnahme

Insgesamt kann der Zinkstatus von Schwangeren in Österreich nach den hier vorliegenden Daten als nur mäßig zufriedenstellend beurteilt werden.

4.5. Magnesium

Die Ergebnisse aus der Bestimmung der Magnesiumspiegel im Plasma können nur mit Einschränkungen zur Statusbeurteilung verwendet werden, da weniger als 1% des Gesamtmagnesiumbestands im Plasma enthalten ist, der Großteil intrazellulär lokalisiert ist und der Gesamtmagnesiumstatus nicht ausreichend mit der Konzentration im Serum korreliert [Rükgauer und Kruse-Jarres, 2002; Lothar, 2008].

Bei normaler Nierenfunktion sollte daher eher ein Magnesiumretentionstest [Lothar, 2008] oder eine Magnesiumbestimmung im 24-h-Sammelurin zur Abklärung eines Magnesiummangels durchgeführt werden, da bereits bei leichtem alimentären Magnesiumdefizit die sonst sehr konstante Magnesiumausscheidung deutlich verringert ist, bzw. die Retention von Magnesium deutlich erhöht ist [Classen, 2002]. Dennoch hält Classen Konzentrationsmessungen des Plasmamagnesiums für diagnostisch wertvoll. Um eine Pseudohypomagnesiämie auszuschließen, sollte jedoch ein Albuminmangel ausgeschlossen werden, da immerhin ein Viertel des Magnesiums an Albumin gebunden vorliegt [Classen, 2002; Rückgauer und Kruse-Jarres, 2002]. Die untersuchten Probandinnen weisen mit einem Albuminmittelwert von 3.66 ± 0.22 g/dl einen relativ niedrigen Wert innerhalb des Referenzbereiches für Erwachsene auf, auch das Gesamtprotein (6.88 ± 0.49 g/dl) liegt im unteren Normalbereich für Erwachsene [Lothar, 2008]. Im Laufe der Schwangerschaft findet ein physiologisches Absinken der Albuminwerte um bis zu 14% statt, daher kann ein Albuminmangel der Probandinnen weitgehend ausgeschlossen werden [Barnard et al., 1987; Murphy et al., 2002]. Eine detaillierte Übersicht der Albumin- und Gesamtproteinwerte der untersuchten Schwangeren befindet sich im Anhang (siehe Tabelle 23).

Der Plasmamagnesiumreferenzbereich für Schwangere im 3. Schwangerschaftsdrittel ist mit 1.70-2.43 mg/dl [Sauberlich, 1999] dem allgemein gültigen Referenzbereich von Erwachsenen mit 1.8-2.7 mg/dl [Lothar, 2008] sehr ähnlich.

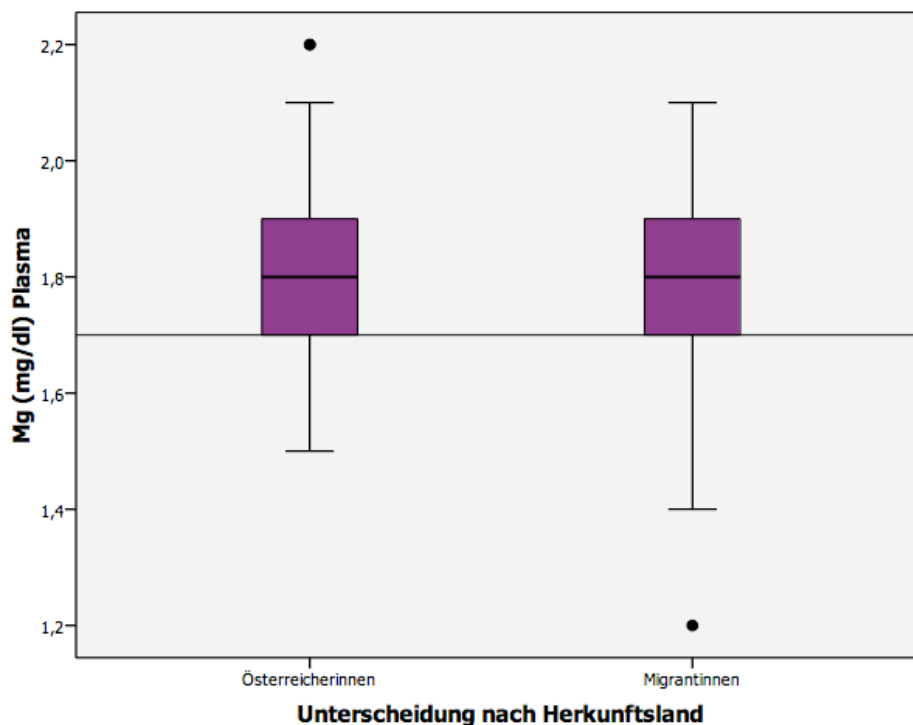
Sowohl Szallai [1997] als auch Amann [1998] stellten mit 1.56 ± 0.20 mg/dl in der 20. SSW bzw. 1.43 ± 0.25 mg/dl in der 34. SSW etwas erniedrigte Plasmamagnesiumwerte fest.

Wie in Tabelle 10 ersichtlich, liegen die Plasmamagnesiumwerte der Probandinnen der vorliegenden Untersuchung mit 1.81 ± 0.17 mg/dl innerhalb des Referenzbereiches. Zwischen den Mittelwerten von österreichischen Schwangeren und Schwangeren mit Migrationshintergrund gibt es keine signifikanten Unterschiede

(siehe Abbildung 16). Die durchschnittliche Magnesiumaufnahme der Probandinnen liegt mit 356.72 ± 170.18 mg/d im empfohlenen Bereich, die schwangeren gebürtigen Österreicherinnen erreichten durchschnittlich eine Aufnahmemenge von 408.94 ± 155.46 mg/d, die Schwangeren mit Migrationshintergrund 273.17 ± 160.66 mg/d.

Magnesium in mg/dl Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	113	1.81	0.17	1.20	2.20
Österreicherinnen	69	1.82	0.16	1.50	2.20
Migrantinnen	44	1.80	0.19	1.20	2.10

Tabelle 10: Plasmamagnesiumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft



Österreicherinnen n=69; Migrantinnen n=44; Bezugslinie 1.7 mg/dl=unterer Referenzwert

Abbildung 16: Plasmamagnesiumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Immerhin knapp ein Fünftel (n=20) der Schwangeren konnte den Referenzbereich nicht erreichen (Abbildung 17), obwohl 11 von ihnen angaben, ein oder mehrere magnesiumhaltige Supplemente eingenommen zu haben. Mit 22.7% ist der Anteil der mit Magnesium mangelversorgten Schwangeren unter den Frauen mit Migrationshintergrund ungleich höher als unter den gebürtigen Österreicherinnen mit 14.5%.

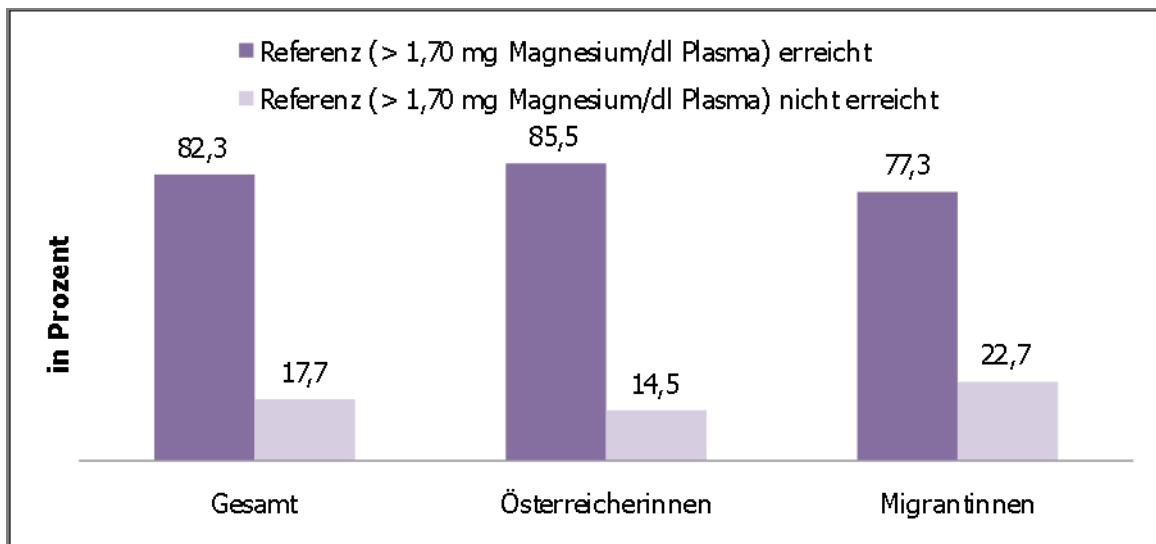


Abbildung 17: Bewertung der Plasamagnesiumkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Bei der Untersuchung von möglichen Zusammenhängen (Plasamagnesiumkonzentrationen mit: Anzahl der Schwangerschaften $r = 0.07$; Alter $r = -0.01$; Magnesiumaufnahme in mg/MJ $r = 0.10$ – siehe Abbildung 18) können keine signifikanten Korrelationen gefunden werden. Es findet sich bei dem hier untersuchten Kollektiv kein Zusammenhang zwischen der Schwangerschaftsdauer bzw. der SSW und dem Magnesiumspiegel. Aufgrund der Hämodilution konnte in verschiedenen Studien mit fortschreitender Schwangerschaft ein Abfall der Plasamagnesiumkonzentration festgestellt werden [Handwerker et al., 1985; Heuer, 2007].

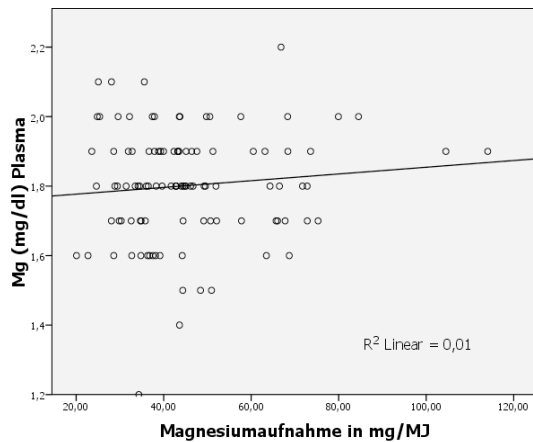


Abbildung 18: Korrelation zwischen der Magnesiumaufnahme in mg/MJ und den Plasma-magnesiumkonzentrationen

In Abbildung 19 ist der Zusammenhang zwischen der Einnahme von magnesiumhaltigen Supplementen in Verbindung mit der Magnesiumaufnahme und den Plasmamagnesiumkonzentrationen dargestellt. In Summe supplementierten 51.3% der Probandinnen zumindest ein magnesiumhaltiges Präparat. Die geringste empfohlene tägliche Dosis der Magnesiumsupplemente lag bei 100 mg (Elevit Pronatal), die maximale Tagesdosis betrug 730 mg (Magnosolv-Granulat). Nach dieser Darstellung scheint die Einnahme von magnesiumhaltigen Supplementen eher eine fehlende bis sogar negative Wirkung auf den Magnesiumstatus auszuüben.

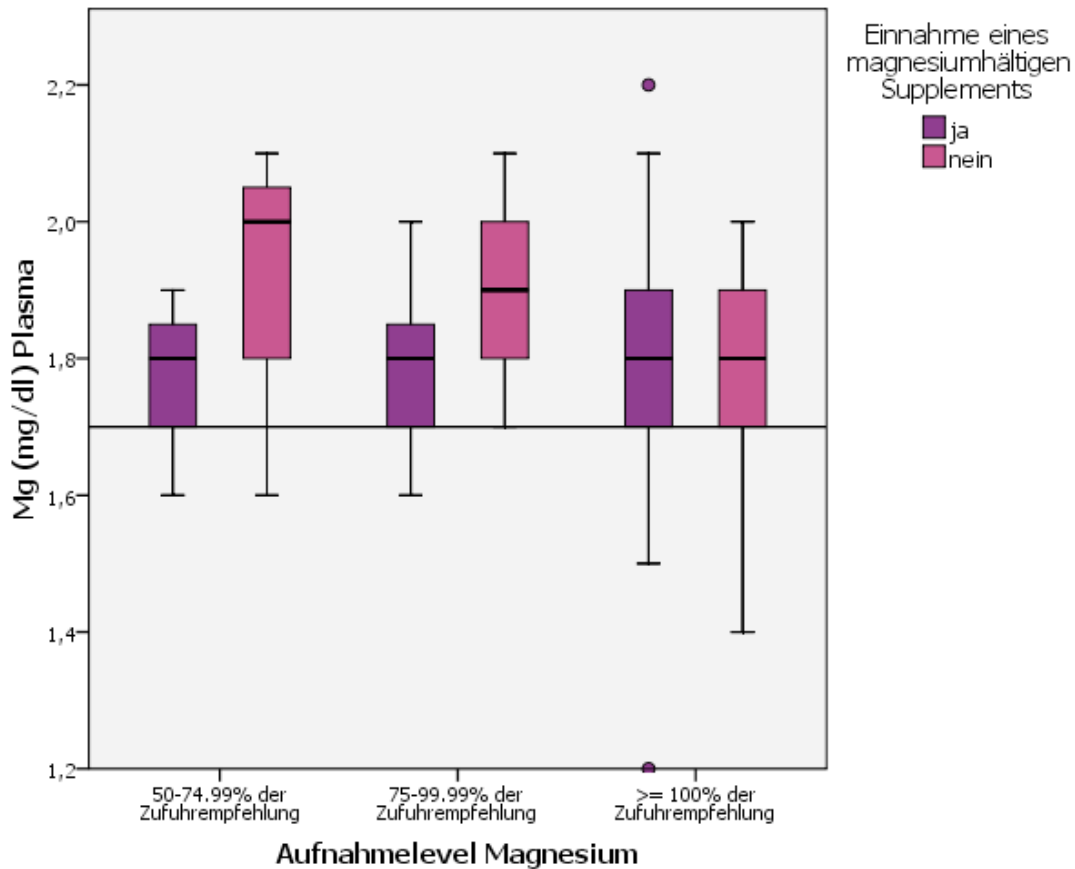


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen den Plasmamagnesiumkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Magnesiumzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmerempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Magnesiumsupplementeinnahme

Magnesium nimmt durch seine Bedeutung für alle Biosyntheseprozesse im Körper und im Hinblick auf das Vermeiden von vorzeitigen Wehen und nächtlichen Krämpfen wie auch von Obstipation besonders während der Zeit der Schwangerschaft eine wichtige Rolle ein (siehe auch Kapitel 2.1.3). Obwohl die durchschnittlich ermittelten Plasmamagnesiumwerte im Referenzbereich liegen und mit der mittleren Aufnahme durchschnittlich die empfohlene Menge an Magnesium aufgenommen wurde, weisen 17,7% der untersuchten Schwangeren zu niedrige Plasmamagnesiumspiegel auf. Demnach ist die Magnesiumversorgung der österreichischen Schwangeren verbesserungswürdig.

4.6. Eisen

Der Serumeisengehalt bzw. Plasmaeisengehalt unterliegt laut Rückgauer und Kruse-Jarres [2002] erheblichen zirkadianen Schwankungen und zahlreichen individuellen Einflüssen und gibt daher allein wenig Aufschluss über den Eisenstatus. Er sinkt bei akuten Entzündungen und chronischen Erkrankungen und steigt bereits bei geringfügiger Hämolyse jeweils unabhängig vom Körpereisenstatus. Auch Lothar [2008] lehnt die Eisenbestimmung im Serum zur Abschätzung des Körpereisenstatus ab. Der Serumeisenwert dient als später Indikator eines Eisenmangels, da er erst absinkt, wenn kein Speichereisen mehr vorhanden ist. Ein besser geeigneter Parameter zur Bestimmung des Eisenstatus ist Ferritin [Rückgauer und Kruse-Jarres, 2002; Lothar, 2008], wie auch in der diesbezüglichen Studie von Van den Broek et al. [1998] festgestellt werden konnte. Eisenwerte $> 300 \mu\text{g/dl}$ bzw. $> 54 \mu\text{mol/l}$ weisen u. a. auf Eisenüberdosierungen durch Intoxikation mit eisenhaltigen Substanzen hin und sollten behandelt werden [Lothar, 2008]. Störungen bei der Bestimmung können u. a. im Zusammenhang mit Hyperlipidämien und Hyperbilirubinämien, aber auch durch hämolytisches Serum auftreten [Lothar, 2008].

Bei Erwachsenen wird laut Sauberlich [1999] ein Serumeisenwert $< 50 \mu\text{g/dl}$ als Anämie bzw. Mangel angesehen. Serumeisen-Referenzbereiche für Schwangere erstrecken sich von $42\text{-}177 \mu\text{g/dl}$ in der 12. SSW bis zu $25\text{-}137 \mu\text{g/dl}$ am errechneten Geburtstermin [Lothar, 2008]. Da sich die Probandinnen durchschnittlich in der 32. SSW befanden, wurde für die Beurteilung der Serumeisenwerte der Referenzbereich von $42\text{-}177 \mu\text{g/dl}$ herangezogen.

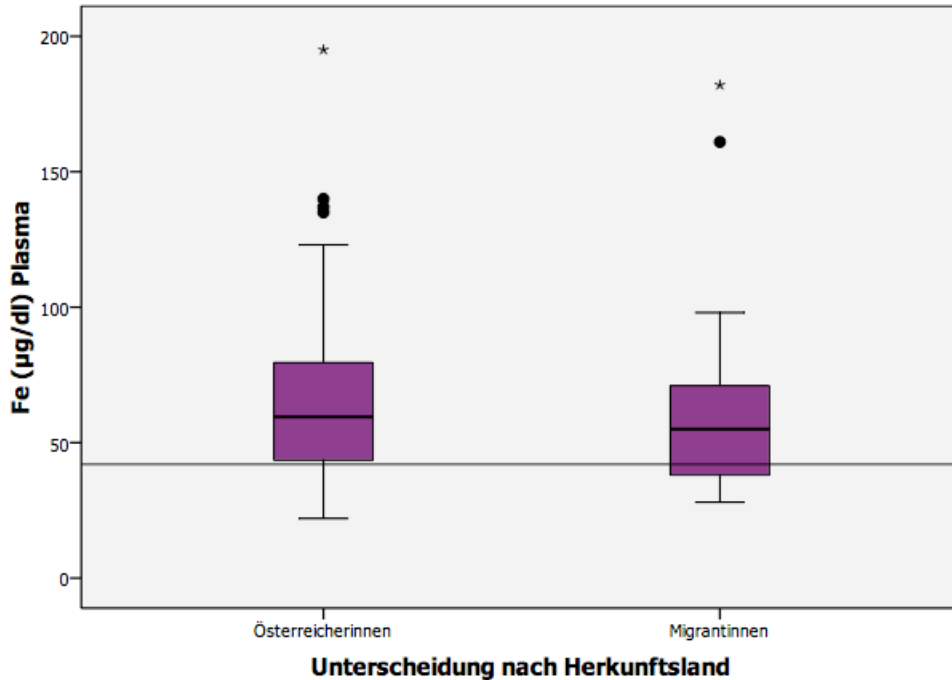
Stärkere Aussagekraft über das Vorhandensein einer Anämie bieten jedoch die Hämoglobinwerte und der Hämatokrit. Um eine Anämie bei Schwangeren auszuschließen, sollten diese einen Hämoglobinwert $> 11 \text{ g/dl}$ und einen Hämatokritwert $> 32\%$ erreichen. [Sauberlich 1999, Quaas, 2002; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Daher wurden auch diese Werte untersucht, um die Eisenversorgung besser beurteilen zu können.

Bei der Statuserhebung von Amann [1998] von Schwangeren in der 34. SSW wurden eine mittlere Eisenkonzentration von $48.63 \pm 21.32 \mu\text{g/dl}$ und ein mittlerer Hämoglobinwert von $11.40 \pm 1.47 \text{ g/dl}$ ermittelt. Im Kollektiv von Amann ist die durchschnittliche Eisenaufnahme mit 12.58 mg/d unter 50% der Empfehlung. 65% der Frauen wiesen zufriedenstellende Plasmaeisenspiegel auf und 61% waren bezüglich des Hämoglobins ausreichend versorgt. Immerhin hatten bereits 33% der Probandinnen leicht erniedrigte (zwischen $9.5\text{-}10.9 \text{ g/dl}$) und 6% stark erniedrigte (unter 9.5 g/dl) Hämoglobinwerte.

In der vorliegenden Untersuchung liegen die analysierten Eisenwerte im Plasma mit durchschnittlich $64.30 \pm 31.24 \mu\text{g/dl}$ innerhalb des Referenzbereiches (siehe Tabelle 11). Auch die Mittelwerte vom Hämoglobin $15.57 \pm 4.23 \text{ g/dl}$ und vom Hämatokrit $44.71 \pm 10.99\%$ liegen oberhalb der Anämiegrenzen (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13). Zwischen den Mittelwerten der beiden Herkunftsgruppen gibt es keine signifikanten Unterschiede, wie in Abbildung 20 bis Abbildung 22 ersichtlich ist. Die durchschnittliche Eisenaufnahme liegt mit $12.95 \pm 6.93 \text{ mg/d}$ auch bei der vorliegenden Erhebung weit unter der empfohlenen Eisenzufuhr von 30 mg/d , wobei die schwangeren gebürtigen Österreicherinnen durchschnittlich $14.81 \pm 6.61 \text{ mg/d}$, die Schwangeren mit Migrationshintergrund nur $10.11 \pm 6.50 \text{ mg/d}$ erreichten.

Eisen in $\mu\text{g/dl}$ Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	110	64.30	31.24	22.00	195.00
Österreicherinnen	68	65.78	30.84	22.00	195.00
Migrantinnen	42	61.90	32.10	28.00	182.00

Tabelle 11: Plasmaeisenkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft



Österreicherinnen n=68; Migrantinnen n=42; Bezugslinie 42 µg/dl=unterer Referenzwert

Abbildung 20: Plasmaeisen Spiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Hämoglobin in g/dl					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	113	15.57	4.23	8.60	28.70
Österreicherinnen	69	15.75	4.00	8.60	25.90
Migrantinnen	44	15.30	4.59	9.40	28.70

Tabelle 12: Hämoglobinkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft

Hämatokrit in %					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	112	44.71	10.99	27.70	72.50
Österreicherinnen	69	44.96	10.46	27.70	72.30
Migrantinnen	43	44.30	11.90	31.00	72.50

Tabelle 13: Hämatokritwerte von allen untersuchten Schwangeren (n=112), sowie getrennt nach Herkunft

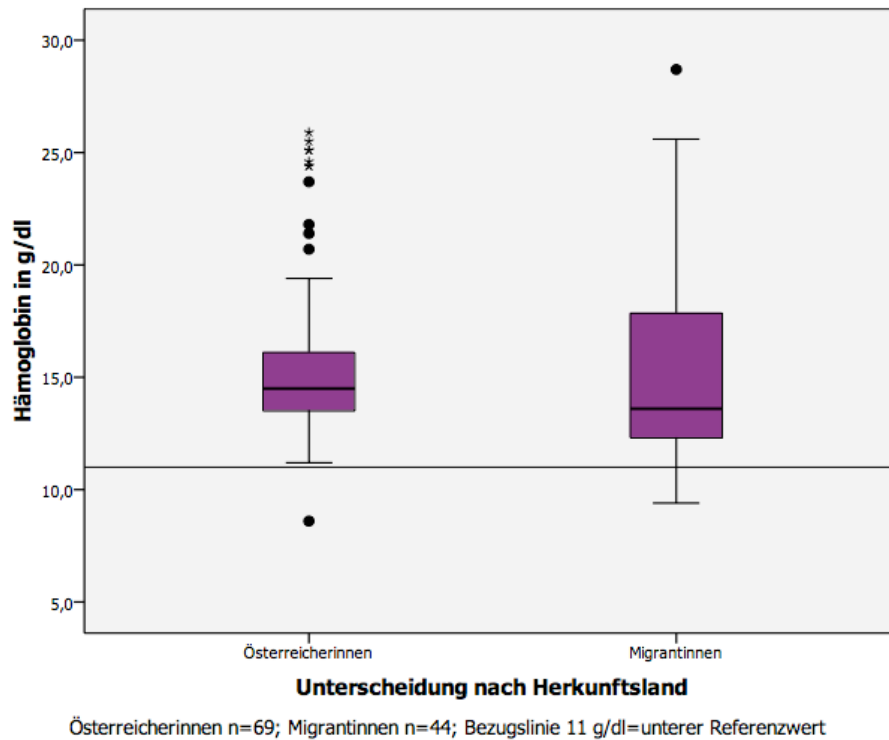


Abbildung 21: Hämoglobinspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

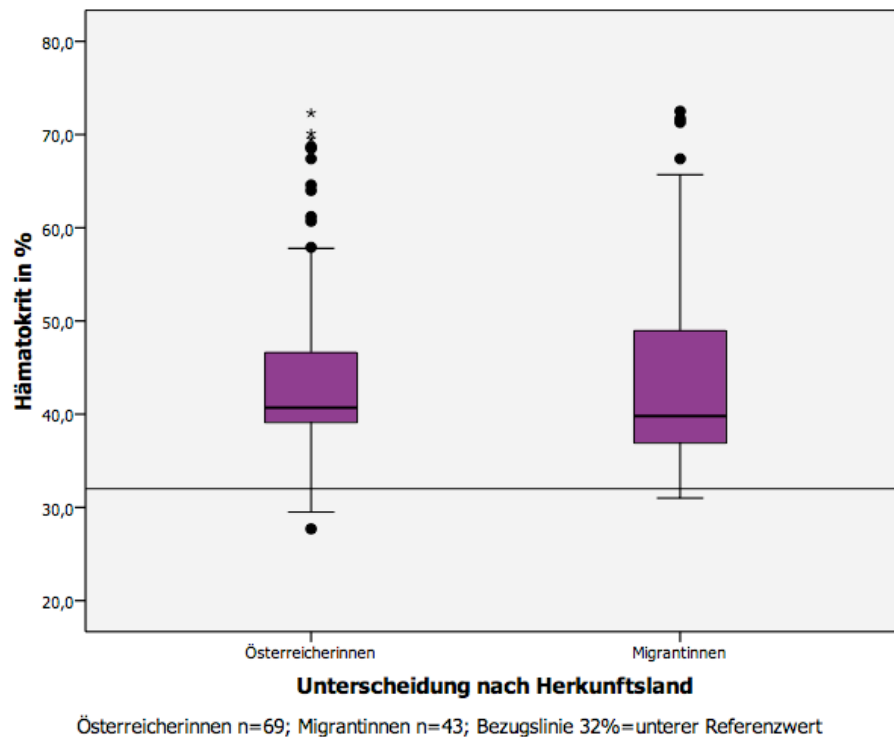


Abbildung 22: Hämatokritwerte von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

In Abbildung 23 ist die Bewertung der Plasmaeisenkonzentrationen in Abhängigkeit zur Herkunft dargestellt. 73.2% der Schwangeren erreichen den empfohlenen Referenzbereich, 23.2% (n=26) liegen darunter und 3.6% (n=4) überschreiten ihn. Dabei weisen 20.3% der schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und 27.9% der Schwangeren mit Migrationshintergrund einen zu niedrigen Eisenstatus auf. Von den untersuchten Probandinnen gaben rund 60% an, ein oder mehrere eisenhaltige Supplemente eingenommen zu haben (63.8% der schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und 54.5% der Schwangeren mit Migrationshintergrund; 48 Frauen eines; 18 Frauen zwei; zwei Schwangere nahmen sogar drei verschiedene eisenhaltige Supplemente). Die Eisenmenge, die in der empfohlenen täglich einzunehmenden Dosis des eisenhaltigen Supplements enthalten war, betrug im niedrigsten Fall 30 mg (Pregnavit), und im höchsten Fall 102 mg (Aktiferrin Saft). Im Rahmen dieser Studie wurde die tägliche individuelle Einnahmedosis der Supplemente bei den Probandinnen nicht aufgezeichnet. Der Anteil der Frauen, die kein eisenhaltiges Supplement einnahmen, betrug rund 40% (36.2% der schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und 45.5% der Schwangeren mit Migrationshintergrund). Von den Frauen, die kein eisenhaltiges Supplement eingenommen haben, liegen 31.8% unterhalb des Plasmareferenzbereiches, von denen, die substituiert haben, nur 17.7%.

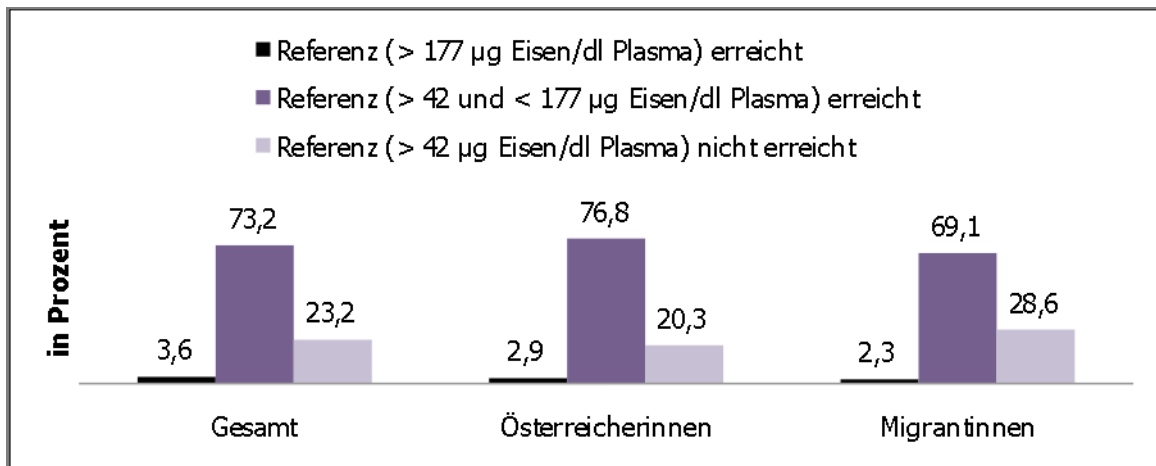


Abbildung 23: Bewertung der Plasmaeisenkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Abbildung 24 und Abbildung 25 zeigen, dass nur 3.5% (n=4; eine Österreicherin und drei Migrantinnen) einen zu niedrigen Hämoglobinwert und 4.4% (n=5; drei Österreicherinnen und zwei Migrantinnen) einen erniedrigten Hämatokrit aufweisen. Die Unterversorgung dieser Probandinnen ist unabhängig von der Einnahme eines eisenhaltigen Supplements.

Die guten Hämoglobin- und Hämatokritergebnisse sind im Gegensatz zu der früheren Erhebung von Amann [1998], bei der mehr als ein Drittel der Probandinnen einen erniedrigten Wert aufwiesen, als sehr zufriedenstellend zu bewerten.

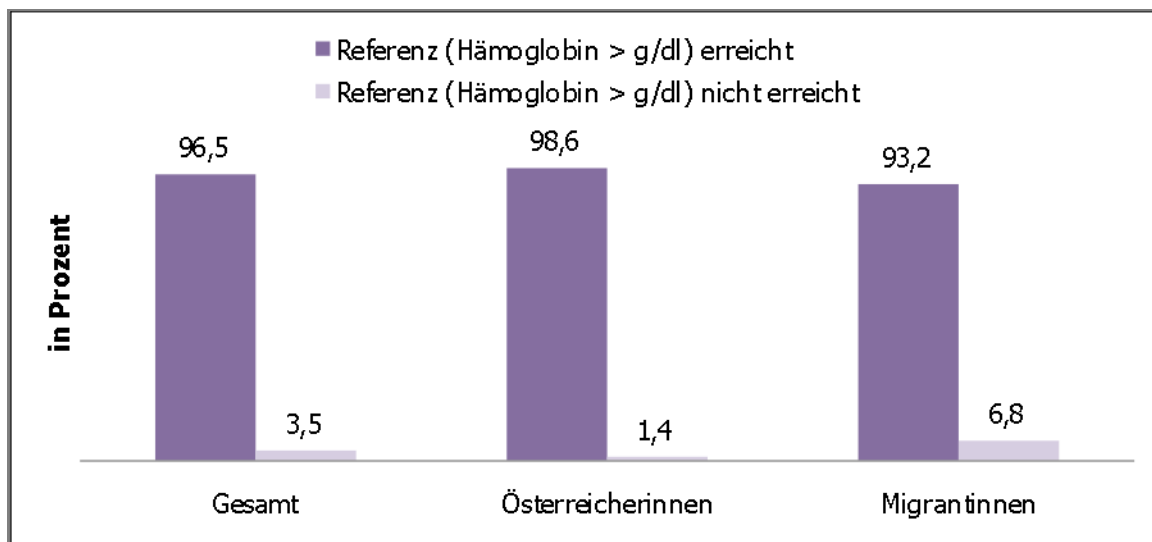


Abbildung 24: Bewertung der Hämoglobinkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

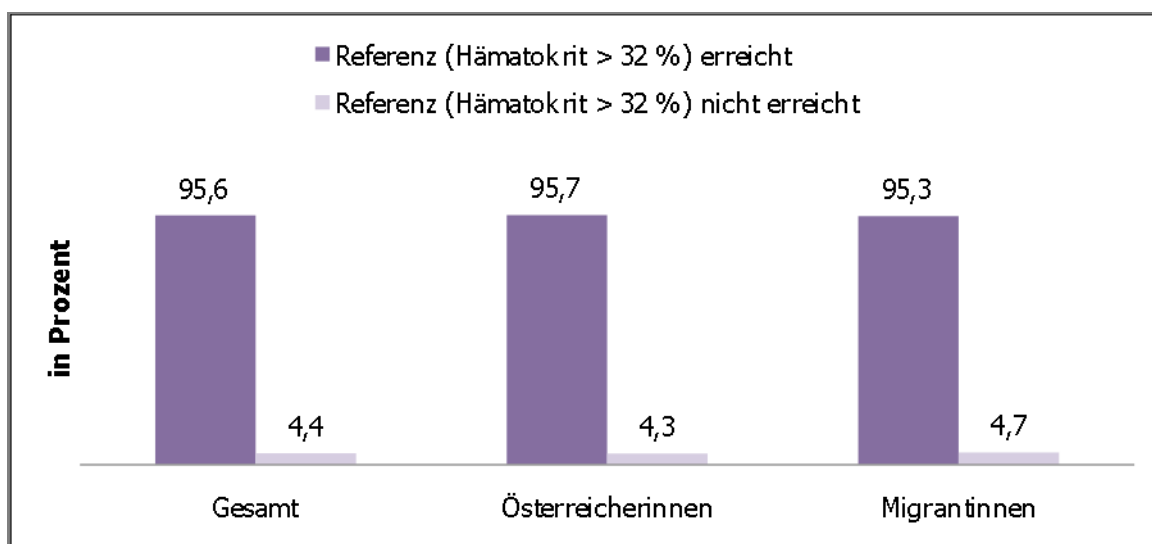


Abbildung 25: Bewertung der Hämatokritwerte von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Es konnten keine signifikanten Korrelationen zwischen den Plasmaeisenkonzentrationen und der Eisenaufnahme in mg/MJ ($r=0.06$, siehe Abbildung 26), der Anzahl der Schwangerschaften ($r=-0.10$, siehe Abbildung 27), dem Alter der Schwangeren ($r=0.15$, siehe Abbildung 28) und den Hämoglobinwerten ($r=0.12$) festgestellt werden. Somit konnte in der vorliegenden Untersuchung der Risikofaktor mehrerer Schwangerschaften hintereinander für niedrige Eisenspiegel, worauf oft in Studien hingewiesen wird, nicht erkannt werden [Heins et al., 1999; Kilbride et al., 1999]. Auch zwischen dem Hämoglobingehalt und der Eisenaufnahme ($r=-0.09$, siehe Abbildung 29), dem Alter der Schwangeren ($r=-0.03$) und der Anzahl der Schwangerschaften ($r=0.09$) gibt es keinen erkennbaren Zusammenhang. In Abbildung 30 ist der auf einem Niveau von $p<0.01$ 2-seitige signifikante Zusammenhang zwischen dem Hämatokritwert und dem Hämoglobinwert dargestellt ($r=0.97$).

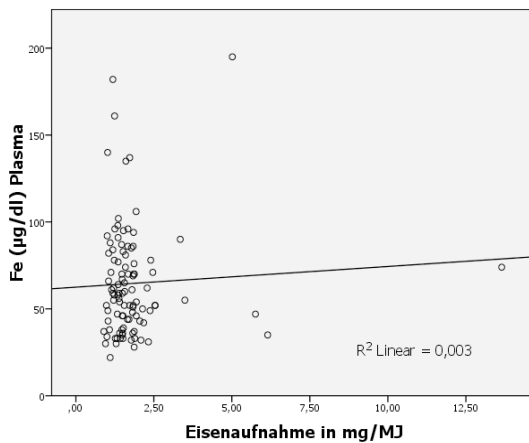


Abbildung 26: Korrelation zwischen der Eisenaufnahme in mg/MJ und den Plasmaeisenkonzentrationen

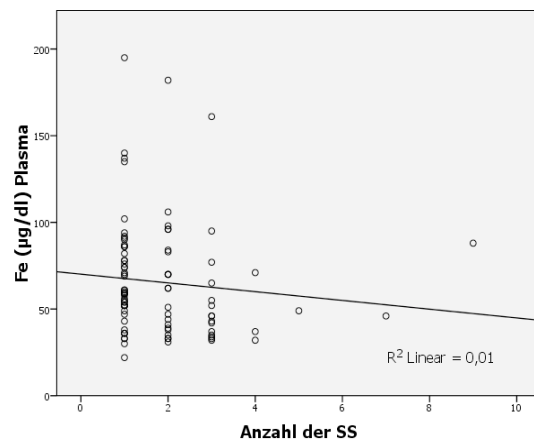


Abbildung 27: Korrelation zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und den Plasmaeisenkonzentrationen

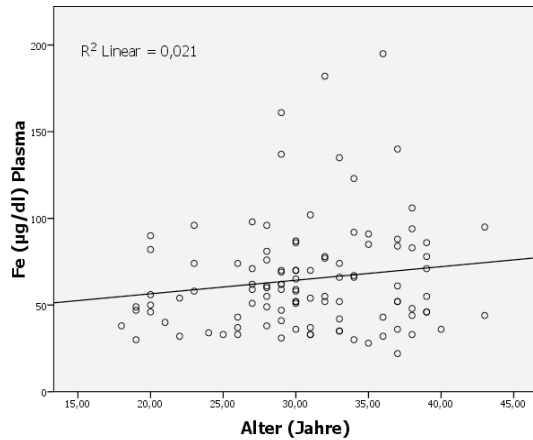


Abbildung 28: Korrelation zwischen dem Alter der Probandinnen und den Plasmaeisenkonzentrationen

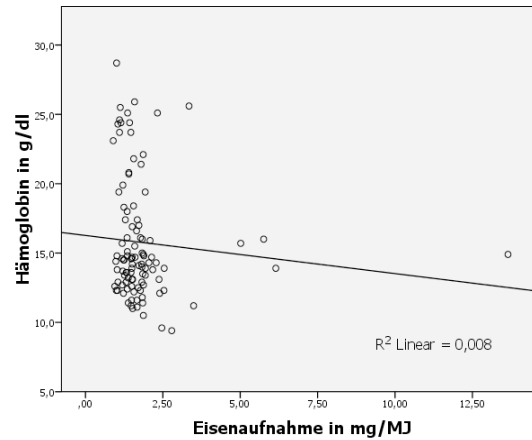


Abbildung 29: Korrelation zwischen der Eisenaufnahme in mg/MJ und den Hämoglobinwerten

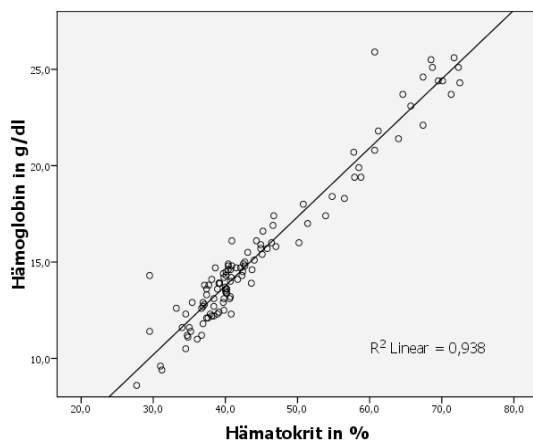


Abbildung 30: Korrelation zwischen Hämoglobinwerten in g/dl und Hämatokritwerten in %

Der Zusammenhang zwischen der Eisenaufnahmelevel (Eisenzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) in Verbindung mit der Einnahme eines eisenhaltigen Supplements und den Plasmaeisenkonzentrationen bzw. den Hämoglobinwerten ist in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellt. In Abbildung 31 ist gut erkennbar, dass die Plasmaeisenspiegel bei Einnahme eines eisenhaltigen Supplements sichtlich höher sind als ohne Substituierung. Auch die teilweise

schlechte Bioverfügbarkeit von Eisen (1-15% des Nicht-Hämeisen; 15-45% des Hämeisen) aus der Nahrung - besonders wegen störender Interaktionen mit anderen Nahrungsbestandteilen - sollte bedacht werden. Dabei ist anzumerken, dass die Absorptionsrate von Eisen je nach Nahrungsquelle sehr variiert und von verschiedensten Faktoren abhängig ist (siehe 2.1.4) [BfR, 2004; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Durch die meist nüchterne morgendliche empfohlene Einnahme der Eisensupplemente kann die Absorptionsmenge des in den meisten Supplementen enthaltenen Nicht-Hämeisens optimiert werden [BfR, 2004].

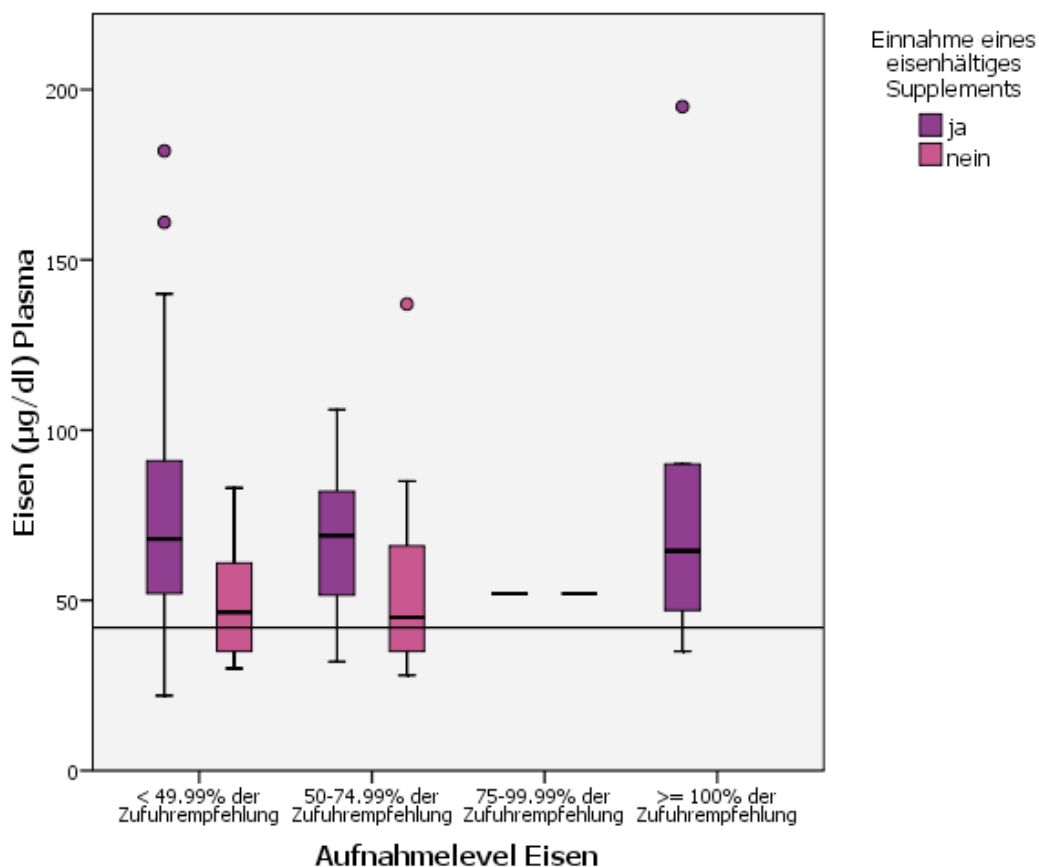


Abbildung 31: Zusammenhang zwischen den Plasmaeisenkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Eisenzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Einnahme bzw. keine Einnahme von eisenhaltigen Supplementen.

Ein Zusammenhang zwischen der Eisenaufnahme, Supplementeinnahme und dem Hämoglobinwert ist in Abbildung 32 nicht zu erkennen.

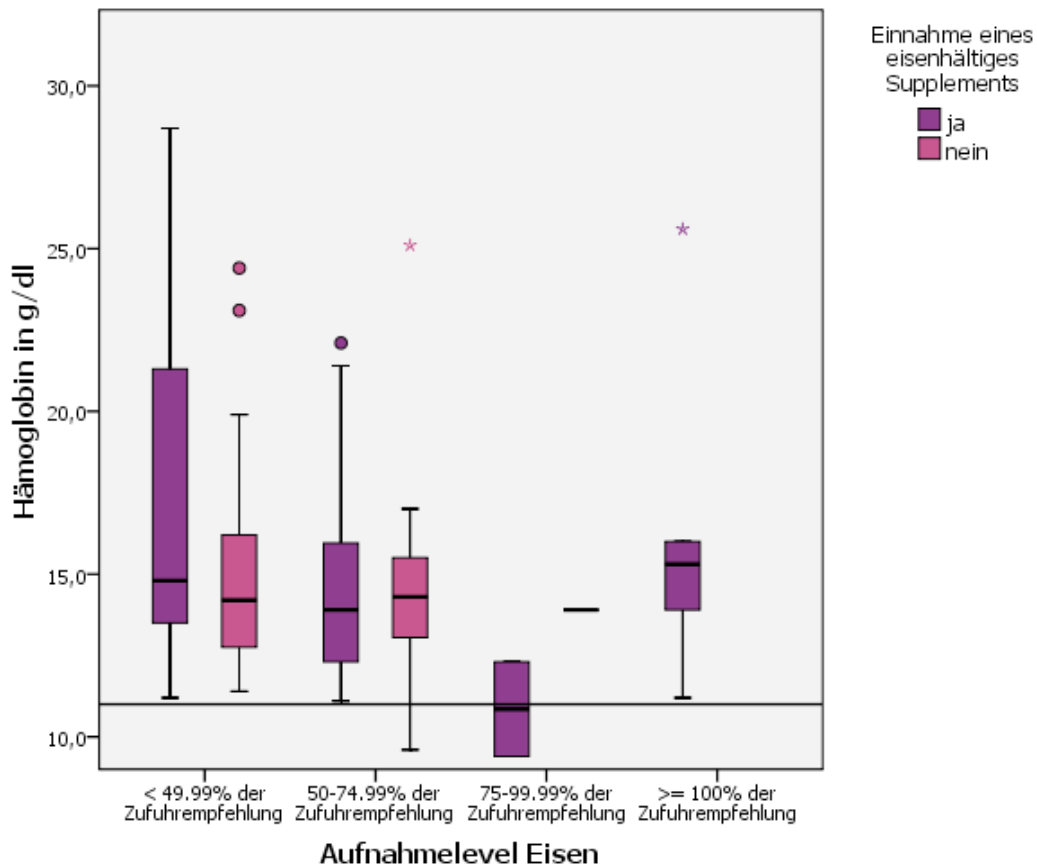


Abbildung 32: Zusammenhang zwischen den Hämoglobinkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Eisenzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Einnahme bzw. keine Einnahme von eisenhaltigen Supplementen.

Im Hinblick auf das Nichterreichen der Probandinnen der empfohlenen Aufnahmemengen von Eisen mit der Nahrung bei zufriedenstellenden Eisenspiegeln sollten die Aufnahmeempfehlungen überdacht bzw. gezieltere Ernährungsempfehlungen ausgesprochen werden. Eine Möglichkeit, die Aufnahmeempfehlungen zu erreichen und Nebenwirkungen durch die Eisenpräparate gering zu halten, wäre eine niedrige Tagesdosis von bis zu 20 mg/d [Makrides et al., 2003] oder die Gabe eines etwas

höher dosierten Eisenpräparates zwei- bis dreimal pro Woche. Eine allgemein gültige prophylaktische hochdosierte Supplementierungsempfehlung sollte aufgrund fehlender Daten und unklarer Studienergebnisse - besonders im Hinblick auf hohe Eisenspeicher im Zusammenhang mit verschiedenen Erkrankungen (ausführlich diskutiert im Kapitel 2.1.4) - nicht ausgesprochen werden. Diese Auffassung teilt auch das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung [BfR, 2004].

Im Vergleich zu früheren Eisenstatus- und Hämoglobinerhebungen in Österreich stellt sich in der aktuellen Untersuchung eine deutlich bessere Versorgungslage der Schwangeren dar. Die Eisenversorgung kann somit trotz sehr niedriger Eisenaufnahme mit der Nahrung und wahrscheinlich auch aufgrund der umfangreichen Supplementierung als zufriedenstellend beurteilt werden, da die erniedrigten Eisenplasmawerte aufgrund der Hämodilution physiologisch bedingt sind und nur geringe Unterschreitungen der empfohlenen Hämoglobin- und Hämatokritwerte vorliegen.

4.7. Kalzium

Da sich die Gesamtkalziumkonzentration im Serum bzw. das ionisierte Kalzium homöostatisch innerhalb enger Grenzen regulieren, lassen sich aus der alleinigen Analyse dieser Parameter nur sehr eingeschränkte Aussagen über den Kalziumhaushalt bzw. die Kalziumbilanz des Organismus treffen, wobei eine Bestimmung des Gesamtkörperkalziums derzeit nicht möglich ist [Schöfl, 2002]. Andererseits sehen Rückgauer und Kruse-Jarres [2002] die Kalziumbestimmung im Serum als geeignete Methode, um frühzeitige Störungen der Kalziumhomöostase - also auch einen Kalziummangel - zu erfassen. Da ein großer Teil (ca. 45%) des Kalziums an Proteine – vorwiegend an Albumin – gebunden vorliegt und somit von der Konzentration der Proteine beeinflusst wird, sollte sekundär zur Abklärung einer Hypo- oder Hyperkalziämie die etwas aufwendigere Bestimmung des ionisierten Kalziums durchgeführt werden [Lothar, 2008]. Bei Schwangeren sollte die

Bestimmung von ionisiertem Kalzium bevorzugt werden, da physiologisch bedingt eine Hypoproteinämie vorliegt [Lothar, 2008].

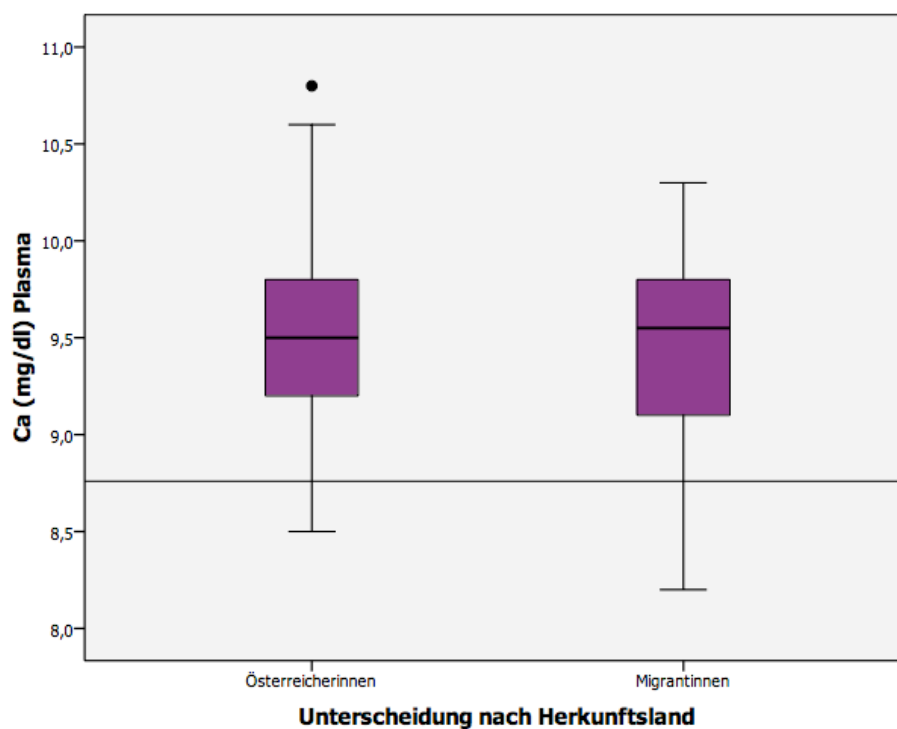
Der normale Referenzbereich für die Bestimmung von Kalzium im Plasma von Erwachsenen liegt laut Lothar [2008] zwischen 8.6-10.3 mg/dl, wobei Sauberlich [1999] den Bereich für Schwangere deutlich eingrenzt. Demnach sollten Schwangere von der 27. bis zur 38. SSW einen Kalziumstatus im Bereich 8.76-9.6 mg/dl erreichen.

Eine frühere Kalziumstatuserhebung von Amann [1998] zeigte für Schwangere in Österreich mit durchschnittlich 2.54 ± 0.33 mmol/l, das entspricht 10.16 ± 1.32 mg/dl, eine gute Versorgungssituation. Nur 7% der Schwangeren waren leicht unterversorgt.

In Tabelle 14 sind die Mittelwerte des hier untersuchten Kollektives ersichtlich. Mit durchschnittlich 9.49 ± 0.43 mg/dl (9.52 ± 0.42 für die Gruppe der schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und 9.46 ± 0.45 mg/dl für die Gruppe der Schwangeren mit Migrationshintergrund) liegen die mittleren Plasmakalziumkonzentrationen innerhalb des Referenzbereiches. Dies spiegelt die guten Aufnahmemengen der Probandinnen wieder, konnten doch durchschnittlich die empfohlenen Mengen an Kalzium erreicht werden. Beim Vergleich der Plasmakalziumkonzentrationen zwischen schwangeren gebürtigen Österreicherinnen und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund konnte kein Unterschied festgestellt werden (siehe auch Abbildung 33), obwohl sich die beiden Herkunftsgruppen der Probandinnen hinsichtlich ihrer Aufnahmemenge etwas unterscheiden. Während die schwangeren gebürtigen Österreicherinnen im Mittel 1078.07 ± 421.54 mg/d aufgenommen haben, wurde von der Gruppe der Schwangeren mit Migrationshintergrund durchschnittlich 867.58 ± 568.98 mg/d Kalzium zugeführt.

Kalzium in mg/dl Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	113	9.49	0.43	8.20	10.80
Österreicherinnen	69	9.52	0.42	8.50	10.80
Migrantinnen	44	9.46	0.45	8.20	10.30

Tabelle 14: Plasmakalziumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=113), sowie getrennt nach Herkunft



Österreicherinnen n=69; Migrantinnen n=44; Bezugslinie 8.76 mg/dl=unterer Referenzwert

Abbildung 33: Plasmakalziumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Nur 2.65% der Probandinnen (n=3) haben einen zu niedrigen Plasmakalziumspiegel (siehe auch Abbildung 34). Somit ist die Kalziumversorgung des Kollektivs als sehr zufriedenstellend zu beurteilen.

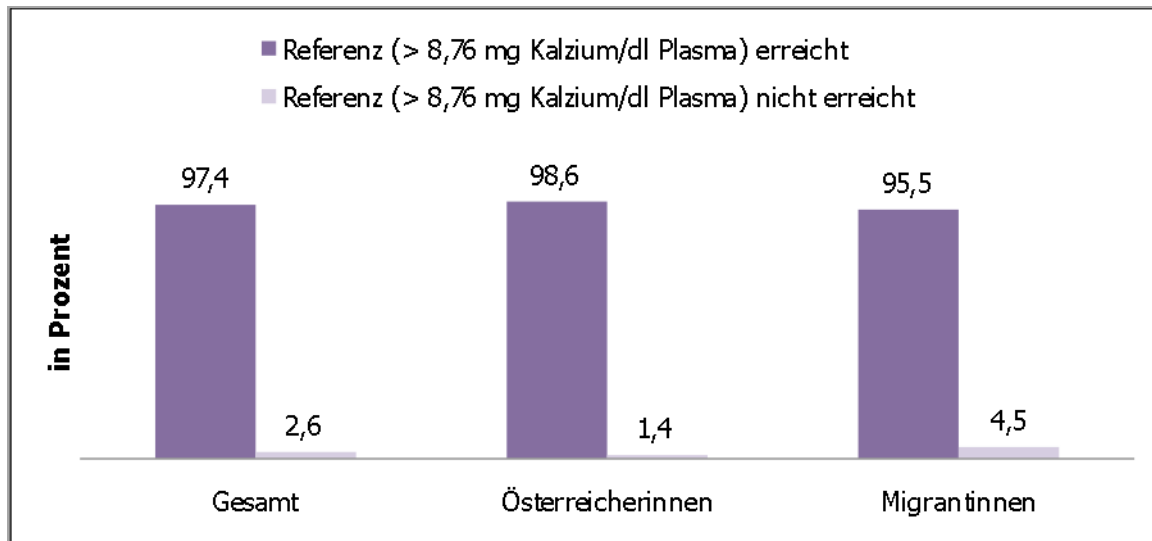


Abbildung 34: Bewertung der Plasmakalziumkonzentrationen von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Es lässt sich keine Korrelation zwischen den Plasmakalziumkonzentrationen und der Aufnahmemenge von Kalzium in mg/MJ ($r=-0.01$, siehe Abbildung 35), und auch nicht zum Alter der Schwangeren ($r=0.06$) feststellen. Die Gruppe der jugendlichen Schwangeren, die aufgrund ihrer eigenen körperlichen Entwicklung noch einen höheren Kalziumbedarf aufweisen, war bei der vorliegenden Studie von der Teilnahme ausgeschlossen. Jedoch besteht auf einem Niveau von $p < 0.05$ ein 2-seitig signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem Kalziumspiegel und der Anzahl der Schwangerschaften ($r=-0.20$, siehe Abbildung 36). Dies belegt die Bedeutung einer adäquaten Kalziumversorgung bei aufeinander folgenden Schwangerschaften [Koula-Jenik, 2006]. Weiters besteht ebenfalls auf dem Niveau von $p < 0.05$ ein 2-seitig signifikanter Zusammenhang zwischen den Plasmakalziumwerten und der Schwangerschaftswoche ($r=0.21$, Abbildung 37).

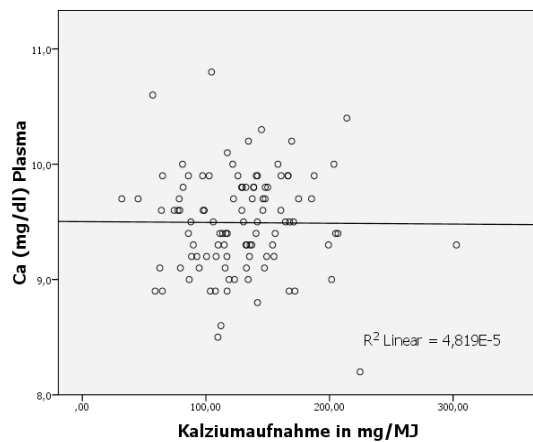


Abbildung 35: Korrelation zwischen der Kalziumaufnahme in mg/MJ und den Plasmakalziumkonzentrationen

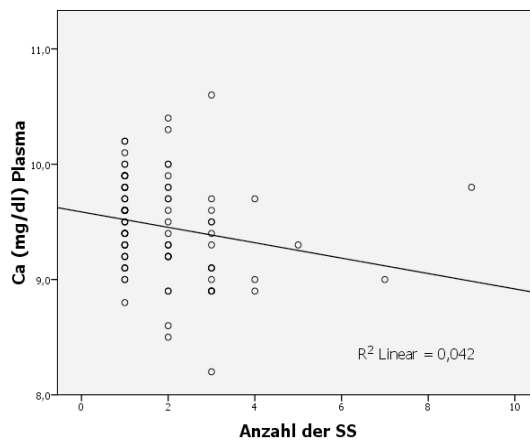


Abbildung 36: Korrelation zwischen der Anzahl der Schwangerschaften und den Plasmakalziumkonzentrationen

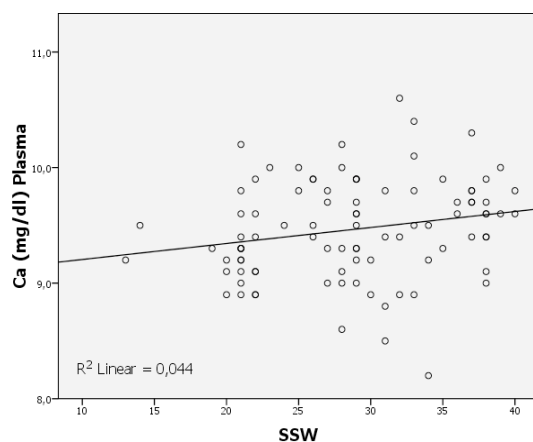


Abbildung 37: Korrelation zwischen der Schwangerschaftswoche und den Plasmakalziumkonzentrationen

In Abbildung 38 ist der Zusammenhang zwischen den Plasmakalziumkonzentrationen, der Kalziumaufnahmelevel (Kalziumzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmerempfehlung nach D-A-CH) und der Einnahme von Multivitamin supplementen dargestellt. 42.48% der Schwangeren (n=48) gaben an, ein Multivitamin supplement eingenommen zu haben. 7 Probandinnen bevorzugten Pregnavit mit 16.51 mg Kalzium, 25 Probandinnen Elevit Pronatal mit 125 mg Kalzium und 16 Probandinnen nahmen sonstige Multivitaminpräparate ohne Angabe weiterer Produktnamen ein, daher ist unklar, ob und welche Menge Kalzium diese enthielten. Es ist kein Zusammenhang zwischen der Einnahme von Multivitamin supplementen, den Plasmakalziumkonzentrationen und der Kalziumaufnahmelevel erkennbar. Die Bioverfügbarkeit von Kalzium hängt von vielen Faktoren ab, so steigt sie beispielsweise bei höherem Bedarf (wie Schwangerschaft) oder niedriger Kalziumzufuhr an. Mit durchschnittlichen 32% ist sie am höchsten aus Milch und Milchprodukten, aber auch aus Trink- und Mineralwasser bzw. aus kalziumangereicherten Fruchtsäften ist Kalzium in gleichem Anteil absorbierbar [BfR, 2004; Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Werden kalziumhaltige Supplemente oder mit Kalzium angereicherte Lebensmittel (in Form von Kalziumcarbonat oder Kalziumcitratmalat) auf mehrere Mahlzeiten verteilt eingenommen, wird eine ähnlich hohe Bioverfügbarkeit wie beim Verzehr von Milch erreicht, was besonders für jene Personengruppen von Bedeutung ist, die aus verschiedenen Gründen keine Milchprodukte konsumieren [Mortensen und Charles, 1996].

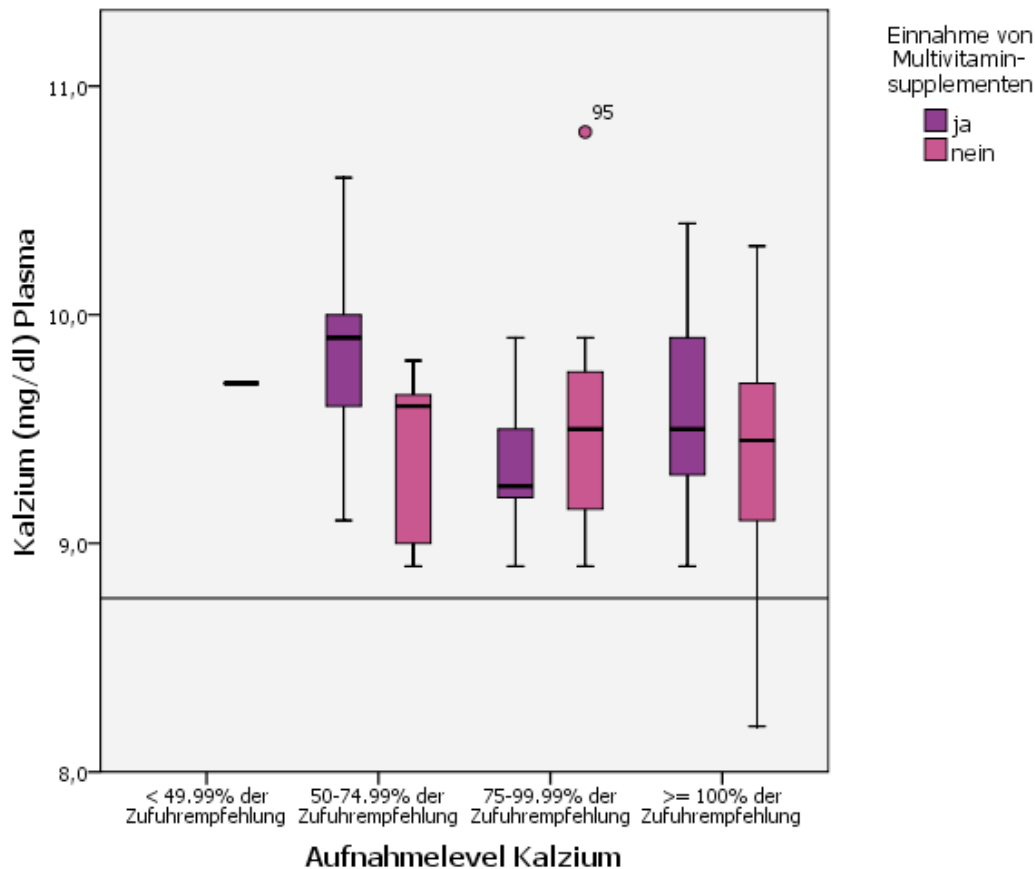


Abbildung 38: Zusammenhang zwischen den Plasmakalziumkonzentrationen und unterschiedlicher Zufuhrlevel (Kalziumzufuhr in mg/MJ in Relation zur Aufnahmeempfehlung nach D-A-CH) mit Unterteilung nach Einnahme bzw. keine Einnahme von Multivitamin-supplementen.

4.8. Natrium, Kalium und Chlorid

4.8.1. Natrium

Der Referenzbereich für die Bestimmung von Natrium im Serum/Plasma für Schwangere in der 35.-38. SSW liegt nach Sauberlich [1999] zwischen 134-140 mmol/l, wobei Referenzwerte für Erwachsene zwischen 135-145 mmol/l streuen [Elmadfa und Leitzmann, 2004; Lothar, 2008]. Da in den roten Blutzellen nur eine geringe Menge an Natrium enthalten ist, beeinflusst eine Hämolyse bei der Blutabnahme die bestimmten Werte nur unwesentlich [Sauberlich, 1999].

Wie in Tabelle 15 ersichtlich, liegen die ermittelten Plasmawerte mit 141.34 ± 1.30 mmol/l für das Gesamtkollektiv und 141.27 ± 1.31 mmol/l bzw. 141.42 ± 1.32 mmol/l für die Österreicherinnen bzw. Migrantinnen oberhalb des Referenzbereiches nach Sauberlich [1999] für Schwangere. Eine ausreichende Versorgung mit Flüssigkeit und Natrium in Form von Kochsalz ist während der Schwangerschaft u. a. wichtig für die Aufrechterhaltung des Plasmavolumens und der Unterbindung einer Hämokonzentration, um die Fließeigenschaften des Blutes zu erhalten und vor allem um Schwangerschaftskomplikationen wie Eklampsie oder das HELLP-Syndrom zu vermeiden [Homuth, 2008; Lothar, 2008]. In der vorliegenden Studie hat keine einzige Probandin einen Natriumwert, der unterhalb des Referenzbereiches liegt. Die Natriumversorgung kann somit als sehr zufriedenstellend beurteilt werden. Damit zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit ebenso wie die vorhergegangenen Natriumstatuserhebungen (Werte je nach Gruppe von 139.7 ± 1.5 mmol/l bis 141.2 ± 1.3 mmol/l) [Papathanasiou, 1997] keinerlei Risiko einer Unterversorgung mit Natrium während der Schwangerschaft.

Natrium in mmol/l Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	50	141.34	1.30	138.00	144.00
Österreicherinnen	26	141.27	1.31	138.00	144.00
Migrantinnen	24	141.42	1.32	139.00	143.00

Tabelle 15: Plasmanatriumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=50), sowie getrennt nach Herkunft

Zwischen den Mittelwerten der beiden Gruppen - schwangere gebürtige Österreicherinnen und Schwangere mit Migrationshintergrund - gibt es keine signifikanten Unterschiede (siehe auch Abbildung 39).

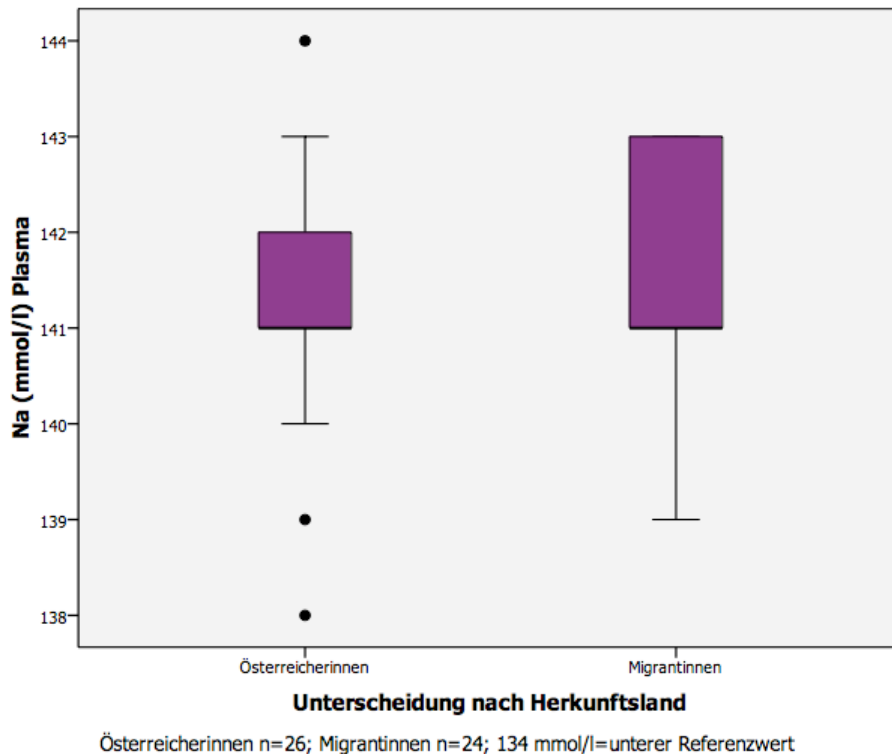


Abbildung 39: Plasmanatriumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

Untersuchungen der Korrelationen zwischen den Plasmanatriumkonzentrationen und der Natriumaufnahme ($r=-0.01$), dem Alter der Probandinnen ($r=-0.17$) und der Anzahl der Schwangerschaften ($r=0.17$) zeigen keinen Zusammenhang. Eine mögliche Ursache für einen Natriummangel stellt laut Elmadfa und Leitzmann [2004] anhaltendes Erbrechen dar, wobei in dieser Untersuchung keine Korrelation zwischen der Häufigkeit des Erbrechens am Schwangerschaftsbeginn und den Plasmanatriumkonzentrationen zu erkennen ist ($r=0.12$).

4.8.2. Kalium

Kalium kommt nur zu ca. 2% im Extrazellulärraum (der Hauptanteil im Skelettmuskelgewebe) vor, wobei der Plasmakaliumspiegel meist sehr konstant zwischen 3.5 – 5.5 mmol/l gehalten wird [Elmadfa und Leitzmann, 2004], und die Kalium-

bestimmung im Serum/Plasma wichtig für die Erkennung von Störungen der Kalium-homöostase ist [Lothar, 2008]. Eine Erniedrigung oder Erhöhung des Plasmakaliumspiegels ist daher immer die Folge einer Störung der Kaliumverteilung zwischen dem intrazellulären und dem extrazellulären Raum [Lothar, 2008]. Die Ergebnisse aus der Analyse des Plasmakaliumspiegels können durch Hämolyse während der Blutabnahme, aber auch bei zu später Weiterverarbeitung der Blutproben (Abtrennung der Blutzellen vom Plasma) erhöht werden, da in den Blutzellen relativ große Mengen an Kalium enthalten sind [Saubertlich, 1999].

Schwangere in der 35.-38. SSW sollten nach Saubertlich [1999] einen Kaliumstatus im Serum/Plasma innerhalb des Referenzbereiches von 3.4-3.8 mmol/l haben, während die Normalwerte für Erwachsene zwischen 3.5-5.5 mmol/l Plasma liegen [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Mit einem Mittelwert von 3.97 ± 0.30 mmol/l und niedrigsten Werten von 3.4 mmol/l liegen alle Schwangeren des Kollektivs innerhalb bzw. oberhalb des von Saubertlich empfohlenen Referenzbereiches. In Tabelle 16 und Abbildung 40 ist erkennbar, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Herkunftsgruppen gibt.

Somit ist die Kaliumversorgung der Schwangeren in Österreich ohne Probleme gewährleistet, wie schon in der Studie von Papathanasiou [1997] (Plasmakaliumkonzentrationen je nach Gruppe von 4.3 ± 0.9 mmol/l bis 4.4 ± 0.9 mmol/l) gezeigt wurde.

Kalium in mmol/l Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	30	3.97	0.30	3.40	4.80
Österreicherinnen	19	3.90	0.20	3.40	4.30
Migrantinnen	11	4.10	0.40	3.60	4.80

Tabelle 16: Plasmakaliumkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=30), sowie getrennt nach Herkunft

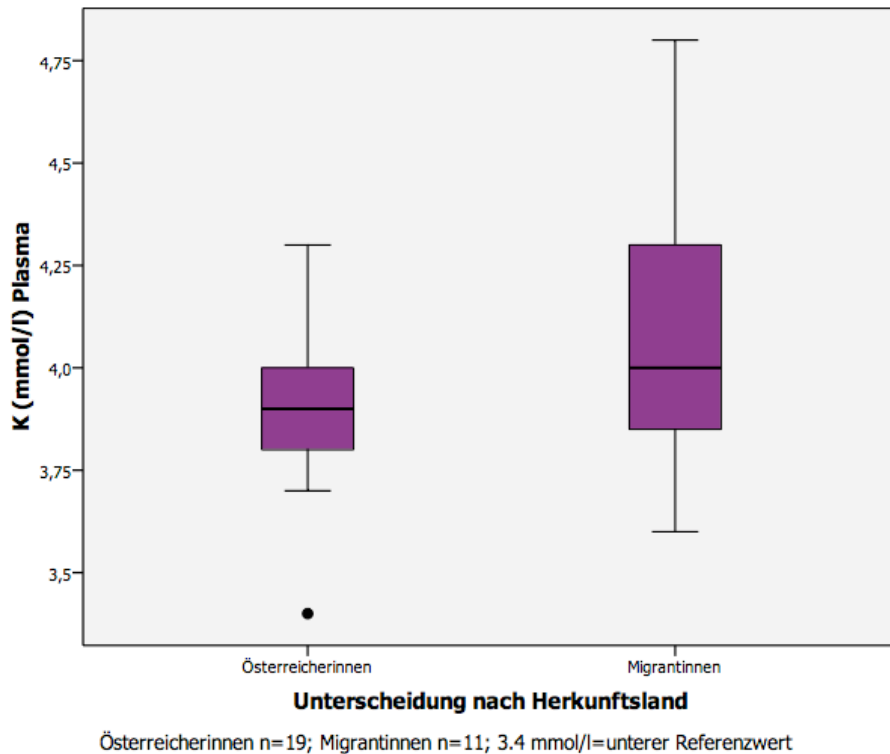


Abbildung 40: Plasmakaliumspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

4.8.3. Chlorid

Chlorid bestimmt zusammen mit Natrium das Volumen der Extrazellulärflüssigkeit und die Osmolarität des Plasmas. Da Chlorid dem Natrium hauptsächlich passiv folgt, unterliegt es dem Einfluss der verschiedenen Mechanismen, die für die Volumenhomöostase verantwortlich sind, wobei die Chloridkonzentration sich häufig parallel zu der von Natrium entwickelt [Lothar, 2008].

Referenzwerte aus der Bestimmung von Chlorid im Serum/Plasma für Erwachsene variieren von 95-105 mmol/l [Lothar, 2008], 98-108 mmol/l [Elmadfa und Leitzmann, 2004] und 99-110 mmol/l [Sauberlich, 1999], wobei in dieser Arbeit der Referenzbereich von Sauberlich herangezogen wird.

Alle Probandinnen weisen wie bei Natrium und Kalium auch bei Chlorid einen Status innerhalb bzw. oberhalb des empfohlenen Referenzbereiches für Schwangere auf. Die durchschnittlichen Plasmachloridkonzentrationen betragen 108.54 ± 2.11 mmol/l. Damit liegen die hier analysierten Werte geringfügig unter denen von Papathanasiou [1997], deren untersuchte Kollektive Plasmachloridkonzentrationen von 110.3 ± 1.8 mmol/l bis 113.8 ± 1.8 mmol/l erreichten.

Die in Tabelle 17 ersichtlichen Mittelwerte der Gruppen zeigen keine signifikanten Unterschiede, wie auch die Abbildung 41 zeigt.

Zwischen der Chloridaufnahme in mg/MJ und den Plasmachloridkonzentrationen besteht kein Zusammenhang ($r=0.13$).

Chlorid in mmol/l Plasma					
	N	MW	SD	Min.	Max.
Gesamt	52	108.54	2.11	104.00	113.00
Österreicherinnen	26	108.00	2.08	104.00	111.00
Migrantinnen	26	109.08	2.04	105.00	113.00

Tabelle 17: Plasmachloridkonzentrationen von allen untersuchten Schwangeren (n=52), sowie getrennt nach Herkunft

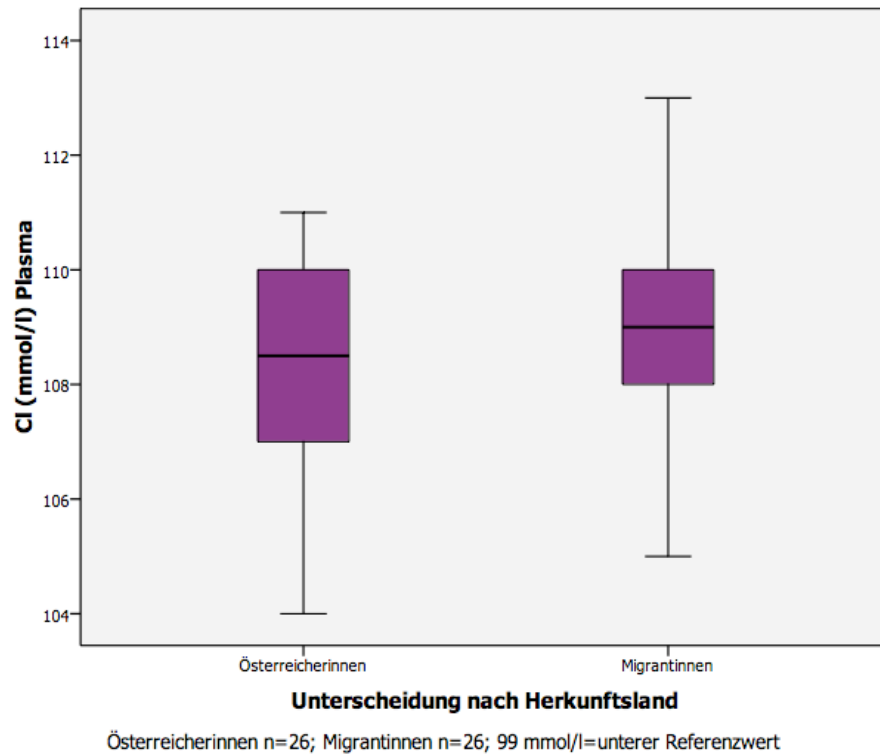


Abbildung 41: Plasmachloridspiegel von schwangeren Frauen österreichischer Herkunft und schwangeren Frauen mit Migrationshintergrund

5. Schlussbetrachtung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Mineralstoffstatus von Schwangeren in Wien zu ermitteln und die Versorgungslage hinsichtlich der untersuchten Mineralstoffe zu beurteilen. Dafür wurden 113 Schwangere in drei verschiedenen Spitälern Wiens rekrutiert und nach Erhebung verschiedener Daten zum Gesundheits- und Ernährungsverhalten sowie Ernährungswissen in Form von Fragebögen und anthropometrischen Untersuchungen, auch Blutproben abgenommen und analysiert. Die Probandinnen wurden nach ihrer Herkunft in die Gruppen schwangere gebürtige Österreicherinnen und Schwangere mit Migrationshintergrund unterteilt, um eventuelle Versorgungsunterschiede zwischen den Gruppen ermitteln zu können. Die durchschnittliche Schwangerschaftsdauer betrug 32 ± 4 SSW und das mittlere Alter der Probandinnen 30 ± 5.7 Jahre.

Die Werte aus der Mineralstoffstatusermittlung sollten unter folgenden Bedenken betrachtet werden: Laut Rückgauer und Kruse-Jarres [2002] ist eine aussagekräftige Statusbestimmung von Mineralstoffen und Spurenelementen nur sehr eingeschränkt möglich. Vor allem die Analyse von Serum bzw. Plasma ist zur Beurteilung des Körperbestandes meist unbefriedigend, doch eine zufriedenstellende Bestimmung von Spurenelementkonzentrationen im Gewebe, in Blutzellen und gebunden an Proteine ist zumeist sehr aufwendig und für Routinediagnostik daher ungeeignet. Zudem ist durch die während der Schwangerschaft stattfindende Hämodilution die Beurteilung der Statuswerte erschwert.

Davon abgesehen ergibt sich nach der Bestimmung des Mineralstoffstatus der Schwangeren in Österreich folgendes Bild:

Die mittleren Plasmaselenkonzentrationen der Schwangeren befinden sich mit 44.41 ± 8.72 µg/l innerhalb des Referenzbereiches, jedoch wurde dieser von 31.6% der Probandinnen nicht erreicht. Im Vergleich mit früheren Untersuchungen liegt ein negativer Trend vor, der zu korrigieren erwünscht wäre.

Bei Zink wurden mittlere Plasmakonzentrationen von 0.57 ± 0.08 mg/l erreicht, welche sich an der unteren Grenze des Referenzbereiches befinden. Diese Ergebnisse unterscheiden sich stark von den bisher ermittelten Statuswerten (20. SSW: 1.03 ± 0.19 mg/l) von Szallai [1997]. Eine mögliche Ursache dieser Differenz könnte die Blutabnahme zu einem späteren Zeitpunkt in der Schwangerschaft in der aktuellen Untersuchung sein. Rund ein Fünftel der untersuchten Schwangeren gab an, ein Multivitamin supplement mit einer Tagesdosis von 7.5 mg Zink einzunehmen. Von diesen sind nur halb so viele Probandinnen von zu niedrigen Plasmazinkkonzentrationen betroffen wie von jenen Probandinnen, die kein zinkhaltiges Supplement eingenommen haben. Mit 28.3% ist der Anteil der Probandinnen, die zu niedrige Plasmazinkkonzentrationen aufweisen, als bedenkenswert einzustufen. Zur Verbesserung der Zinkversorgung wäre eine höhere Aufnahmemenge an Zink wünschenswert.

Die Probandinnen erreichten mit 1.81 ± 0.17 mg/dl im Mittel Plasmamagnesiumkonzentrationen innerhalb des Referenzbereiches, was eine Verbesserung zu früheren Untersuchungen von Szallai [1997] und Amann [1998] darstellt. Dennoch weisen 17.7% der Schwangeren zu niedrige Plasmamagnesiumwerte auf. Das ist im Hinblick auf die durchschnittlich ausreichende Aufnahmemenge und einen Anteil von rund 50% unter den Probandinnen, die über Supplemente zusätzlich geschätzte 100-730 mg Magnesium/d je nach Präparat aufnehmen, dennoch verbesserungswürdig. Zwischen den Probandinnen, die magnesiumhaltige Supplemente einnahmen bzw. nicht einnahmen konnte kein Unterschied hinsichtlich des Anteils bei der Mangelversorgung festgestellt werden.

Die mittleren Plasmaeisenwerte der Probandinnen von 64.30 ± 31.24 µg/dl weisen auf eine gute Versorgungslage hin. Dennoch liegen nur 73.2% der Probandinnen innerhalb des Referenzbereiches, 23.2% unterschreiten und 3.6% überschreiten den wünschenswerten Bereich. Das untersuchte Kollektiv erreicht die empfohlenen Aufnahmemengen durchschnittlich nicht einmal zu 50%, was eine sehr schlechte Versorgung befürchten lässt. Nichtsdestotrotz ist die Eisenversorgung gemessen an

den ausreichend hohen Hämoglobinwerten von 15.57 ± 4.23 g/dl und Hämatokritwerten von $44.71 \pm 10.99\%$ sehr gut. Nur 3.5% der Probandinnen haben zu niedrige Hämoglobinkonzentrationen und 4.4% weisen einen Hämatokritwert unter 32% auf. 60% der untersuchten Schwangeren gaben an, zumindest ein eisenhaltiges Präparat mit einer empfohlenen Tagesdosis zwischen 30-102 mg einzunehmen. Von den Frauen, die kein eisenhaltiges Supplement eingenommen haben, liegen 31.8% unterhalb des Plasmaeisenreferenzbereiches, von denen, die substituiert haben, nur 17.7%. Offen bleibt die Frage, ob die empfohlenen Eisenaufnahmemengen zu hoch angesetzt sind oder ob die Schwangeren durch den hohen Anteil an Supplementen diese ausgezeichnete Versorgungslage erreichen konnten.

Mit 9.49 ± 0.43 mg/dl liegen die mittleren Plasmakalziumkonzentrationen der Probandinnen innerhalb des Referenzbereiches, 97.4% der untersuchten Schwangeren erreichen diesen. Dies spiegelt auch frühere Ergebnisse von Kalziumstatuserhebungen wieder und ist als sehr zufriedenstellend zu beurteilen. Die über Multivitamin supplemente von 28.3% der Schwangeren täglich aufgenommene zusätzliche Menge an Kalzium liegt zwischen 16.5-125 mg.

Bei den Elektrolyten Natrium, Kalium und Chlorid konnten alle Probandinnen Werte innerhalb bzw. oberhalb der Referenzbereiche erreichen. Somit stellt die Versorgung mit Natrium, Kalium und Chlorid kein Problem für die Schwangeren in Österreich dar.

Bei keinem der untersuchten Mineralstoffe konnte hinsichtlich der Plasmawerte ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen schwangere gebürtige Österreicherinnen und Schwangere mit Migrationshintergrund festgestellt werden. Zwischen den Aufnahmemengen und den Plasmakonzentrationen der einzelnen Mineralstoffe konnten keine wesentlichen Zusammenhänge gefunden werden. Bei der Betrachtung der Mineralstoffaufnahmemengen mit Unterscheidung nach Herkunft (siehe Tabelle 18 und Tabelle 19 im Anhang) fällt jedoch auf, dass die schwangeren gebürtigen Österreicherinnen scheinbar deutlich höhere Mengen auf-

nehmen als die Schwangeren mit Migrationshintergrund, wobei sich hier eventuell auch eine sprachliche Barriere bemerkbar machen könnte und Fragebögen bzw. 24-h-Recalls unzulänglich ausgefüllt wurden, da sich dieser Unterschied in den biochemischen Parametern nicht wiederfinden lässt.

Da bei der vorliegenden Untersuchung jugendliche Schwangere von der Teilnahme ausgeschlossen waren, ist es nicht möglich in diesem Zusammenhang eine Aussage zu treffen. Bei den teilnehmenden Probandinnen konnte kein wesentlicher Zusammenhang zwischen dem Mineralstoffstatus und dem Alter festgestellt werden. Der Einfluss der Schwangerschaftswoche auf den Mineralstoffstatus konnte - bis auf einen 2-seitig signifikanten Zusammenhang ($p < 0.05$) mit den Plasmakalziumwerten - nicht erkannt werden.

Abschließend ist zur Einnahme von Supplementen anzumerken, dass diese zur guten Versorgungslage beitragen könnten. Immerhin gaben mehr als zwei Drittel der Probandinnen (72.6%) an, regelmäßig ein oder mehrere Supplemente einzunehmen, wobei der Anteil unter den schwangeren gebürtigen Österreicherinnen (79.7%) höher war als unter den Schwangeren mit Migrationshintergrund (61.4%). Dabei zeigen die Untersuchungsergebnisse vor allem eine positive Beeinflussung der Plasmazink- und der Plasmaeisenkonzentrationen durch die Einnahme von Supplementen, Hämoglobin- und Hämatokritwerte bleiben unbeeinflusst.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde der Mineralstoffstatus von Schwangeren in Wien ermittelt. Die Mineralstoffe Selen, Zink, Magnesium, Eisen, Kalzium, Natrium, Kalium und Chlorid wurden im Plasma analysiert und u. a. auf Zusammenhänge mit den Aufnahmemengen untersucht.

Im Zeitraum von Oktober 2006 bis zum April 2008 wurden 113 Frauen an drei verschiedenen Wiener Spitälern rekrutiert. Diese befanden sich durchschnittlich in der $32. \pm 4$ Schwangerschaftswoche und waren 30 ± 5.7 Jahre alt. Das Kollektiv wurde in die Gruppen schwangere gebürtige Österreicherinnen und Schwangere mit Migrationshintergrund unterteilt. Um ein möglichst umfassendes Bild der Ernährungs- und Versorgungssituation der schwangeren Probandinnen zu erhalten, wurden neben der Blutabnahme verschiedene Daten zum Gesundheits- und Ernährungsverhalten sowie Ernährungswissen der Frauen mittels umfangreicher Fragebögen erhoben.

Bei allen untersuchten Mineralstoffen erreichten die Probandinnen durchschnittliche Plasmakonzentrationen innerhalb des Referenzbereiches (Selen $44.41 \pm 8.72 \mu\text{g/l}$; Zink $0.57 \pm 0.08 \text{ mg/l}$; Magnesium $1.81 \pm 0.17 \text{ mg/dl}$; Eisen $64.30 \pm 31.24 \mu\text{g/dl}$; Kalzium $9.49 \pm 0.43 \text{ mg/dl}$; Natrium $141.34 \pm 1.30 \text{ mmol/l}$; Kalium $3.97 \pm 0.30 \text{ mmol/l}$; Chlorid $108.54 \pm 2.11 \text{ mmol/l}$). Jedoch weisen 31.6% der Schwangeren zu niedrige Plasmaselenkonzentrationen, 28.3% zu geringe Plasmazinkwerte und 17.7% der Probandinnen zu niedrige Plasmamagnesiumspiegel auf. Bei Eisen unterschreiten zwar 23.2% den empfohlenen Bereich, jedoch spiegelt sich dieser relativ hohe Anteil nicht bei den Hämoglobin- und Hämatokritwerten wieder. Nur bei 3.5% der Probandinnen konnte ein Hämoglobinwert $< 11 \text{ g/dl}$ festgestellt werden, und nur 4.4% weisen einen Hämatokrit $< 32\%$ auf. Sowohl die Mittelwerte von Hämoglobin ($15.57 \pm 4.23 \text{ g/dl}$) als auch der mittlere Hämatokrit ($44.71 \pm 10.99\%$) weisen trotz niedriger Eisenaufnahme mit der Ernährung auf eine ausreichende Versorgung hin.

Ein gutes Bild zeigt sich hinsichtlich der Kalziumversorgung, 97.4% der Frauen erreichen den empfohlenen Referenzbereich. Auch die Versorgung mit den Elektrolyten ist sehr zufriedenstellend.

Zwischen den beiden Gruppen schwangere gebürtige Österreicherinnen und Schwangere mit Migrationshintergrund konnten hinsichtlich der Mineralstoffversorgung keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

72.6% der Probandinnen gaben an, regelmäßig ein oder mehrere Supplemente einzunehmen. Unter Berücksichtigung der gebräuchlichsten und häufig verwendeten Präparate betrugen die aufgenommenen Niedrigst- und Höchstmengen bei Zink 0-7.5 mg, bei Magnesium 120-730 mg, bei Eisen 30-102 mg und bei Kalzium 16.5-125 mg. Die Ergebnisse zeigen, dass die Plasmazink- und die Plasmaeisenkonzentrationen positiv durch Supplementation beeinflusst worden sind, Hämoglobin- und Hämatokritwerte bleiben unbeeinflusst.

7. Summary

This study documents the nutritional status of the trace elements selenium, zinc, magnesium, iron, calcium, sodium, potassium, and chloride in the plasma of pregnant women in Vienna.

A total number of 113 pregnant women were recruited between October 2006 and April 2008 at three different hospitals in Vienna. The average age of the women was 30 ± 5.7 years with a mean of 32 ± 3 weeks of gestation. The study group was randomised into two groups - one group of native Austrian women and another group of immigrated women or women with mixed origin. To evaluate the individual situation of the pregnant women a number of questionnaires had to be answered by each interviewee.

The means of the analysed trace elements met all the recommended reference values (selenium 44.41 ± 8.72 $\mu\text{g/l}$; zinc 0.57 ± 0.08 mg/l ; magnesium 1.81 ± 0.17 mg/dl ; iron 64.30 ± 31.24 $\mu\text{g/dl}$; calcium 9.49 ± 0.43 mg/dl ; sodium 141.34 ± 1.30 mmol/l ; potassium 3.97 ± 0.30 mmol/l ; chloride 108.54 ± 2.11 mmol/l), but the situation could be better for selenium, zinc, and magnesium (31.6% of the participating women didn't met the reference values for selenium, 28.3% for zinc, 17.7% for magnesium). The iron levels of 23.2% of the pregnant women were too low, but the results of haemoglobin and haematokrit were satisfying.

There were no significant differences between the two groups of Austrian and immigrant women. No correlation between the intake and the status of each trace element was observed.

72.6% of the participants stated that they take one or more supplements a day. To estimate the daily intake of the different trace elements with supplements, the recommendations of the different products were used (zinc 0-7.5 mg, magnesium 120-730 mg, iron 30-102 mg, calcium 16.5-125 mg). The results indicate that the

plasma zinc and plasma iron concentrations of the participants are positively influenced by supplement intake; haemoglobin and haematokrit values get not influenced.

8. Literaturverzeichnis

Amann U. Vitamin- und Mineralstoffstatus Schwangerer, Stillender und gestillter bzw. formulaernährter Säuglinge in Wien. Dissertation. Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien; 1998.

American Diabetes Association: Gestational diabetes mellitus. Diabetes Care 2003; 26(Suppl 1):103-105.

Allen LH. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. Am J Clin Nutr 2000; 71(suppl):1280-1284.

Allen LH. Biological mechanisms that might underlie iron's effect on fetal growth and preterms birth. J Nutr 2001; 131:581-589.

Avendaño-Badillo D, Hernández-Avila M, Hernández-Cadena L, Rueda-Hernández G, Solano-González M, Ibarra LG, Hu H, Téllez-Rojo MM. High dietary calcium intake decreases bone mobilization during pregnancy in humans. Salud Publica Mex 2009; 51 Suppl 1:100-107.

Barnard HC, DeKock JJ, Vermaak WJH, Potgieter GM. A new perspective in the assessment of vitamin B-6. Nutritional status during pregnancy in humans. J Nutr 1987; 117:1303-1306.

Briese V, Kirschner W, Frieze K. Baby-Care-Projekt. Frauenarzt 2001; 42:1220-1228.

Bogden JD, Kemp FW, Chen X, Stagnaro-Green A, Stein TP, Scholl TO. Low-normal serum selenium early in human pregnancy predicts lowerbirth weight. Nutr Res 2006; 26:497-502.

Bundesinstitut für Risikobewertung BfR: Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln - Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte. Teil II (Domke A, Großklaus R, Niemann B, Przyrembel H, Richter K, Schmidt E, Weißenborn A, Wörner B, Ziegenhagen R. Hrsg.). BfR-Hausdruckerei Dahlem, Berlin, 2004; 93-114; 153-200.

Chan K, Chan B, Lam K, Tam S, Lao T. Iron supplement in pregnancy and development of gestational diabetes – a randomised placebo-controlled trial. BJOG 2009; 116:789-798.

Chen X, Scholl TO, Stein P. Association of elevated serum ferritin. Levels and the risk of gestational diabetes mellitus in pregnant women. Diabetes Care 2006; 29:1077–1082.

Clark CM, Qiu C, Amerman B, Porter B, Fineberg N, Aldasouqi S, Golichowski A. Gestational diabetes: should it be added to the syndrome of insulin resistance? Diabetes Care 1997; 20:867-871.

Clarke SD, Nelson-Piercy C. Pre-eclampsia and HELLP-syndrome. Anaesthesia & Intensive Care Medicine 2008; 9(3):110-114.

Classen HG. Magnesium. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg.). Stuttgart, Thieme 2002; 132-137.

D-A-CH: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Umschau/Braus GmbH, Frankfurt am Main; 2000; 151-200.

Elmadfa I, Burger P, König J, Derndorfer E, Kiefer I, Kunze M, Leinmüller G, Manafi M, Mecl M, Papathanasiou V, Rust P, Voijr F, Wagner KH, Zarfl B. Österreichischer Ernährungsbericht 1998. Institut für Ernährungswissenschaft der Universität Wien. Wien, 1998; 87-110.

Elmadfa I, Leitzmann C.: Ernährung des Menschen. 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 2004; 200-259; 451-466.

Elsenhans B. Zink. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 151-160.

Funk W, Dammann V, Donnevert G. Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie. VCH Verlag, Weinheim; 1992.

Gall B. Nährstoffaufnahme österreichischer Schwangerer. Diplomarbeit. Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien; 2002.

Grimm P, Nowitzki-Grimm S. Mangelzustände in Schwangerschaft und Perinatalperiode. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 421-427.

Grischke E-M. Empfehlungen zur Ernährung in der Schwangerschaft. Ernährung & Medizin 2004; 19:165-168.

Handwerker SM, Altura BT, Altura BM. Serum ionized magnesium and other electrolytes in the antenatal period of human pregnancy. J Am Coll Nutr 1996;15:36-43.

Heins U, Koebnick C, Leitzmann C. Ernährung in der Schwangerschaft, Teil I: Überblick. Ernährung/Nutrition 1999; Vol 23/6:246-250.

Heuer T. Magnesiumstatus nicht-schwangerer und schwangerer Frauen mit verschiedenen Ernährungsweisen. Dissertation. Institut für Ernährungswissenschaft Justus-Liebig-Universität Gießen; 2007.

Hofmeyr GJ, Duley L, Atallah A. Dietary calcium supplementation for prevention of pre-eclampsia and related problems: a systematic review and commentary. BJOG 2007; 114:933-943.

Homuth V. Schwangerschaftshypertonie: Therapie und Nachsorge. J Hyperton 2008; 12(3):7-12.

Jarjou L, Prentice A, Sawo Y, Laskey MA, Bennett J, Goldberg GR, Cole TJ. Randomized, placebo-controlled, calcium supplementation study in pregnant Gambian women: effects on breast-milk calcium concentrations and infant birth weight, growth, and bone mineral accretion in the first year of life. Am J Clin Nutr 2006; 83:657-666.

Kalantar-Zadeh K, Rodriguez RA, Humphreys MH. Association between serum ferritin and measures of inflammation, nutrition and iron in haemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant 2004; 19:141-149.

Kalkwarf HJ, Specker BL. Bone mineral loss during lactation and recovery after weaning. Obstet Gynecol 1995; 86(1):26-32.

Kantola M, Purkunen R, Kröger P, Tooming A, Juravskaja J, Pasanen M, Seppänen K, Saarikoski S, Vartiainen T. Selenium in pregnancy: is selenium an active defective ion against environmental chemical stress? Environ Res 2004; 96:51-61.

Kilbride J, Baker TG, Parapia LA, Khoury SA, Shuqaidef SW, Jerwood D. Anaemia during pregnancy as a risk factor for iron-deficiency anaemia in infancy: a case-control study in Jordan. Int J Epidemiology 1999; 28:461-468.

Klebanoff MA, Shiono PH, Berendes HW, Rhoads GG. Facts and artifacts about anemia and preterm delivery. Jama 1989; 262(4):511-515.

Knowles MB, Brodie KG. Inter-laboratory note. Determination of selenium in serum by Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometry using a palladium-ascorbic acid chemical modifier. J Anal At Spectrom 1989; 3/4:305-306.

Köhrle J. Selen. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 161-172.

Koula-Jenik H. Ernährung in der Schwangerschaft. in: Leitfaden Ernährungsmedizin (Koula-Jenik H, Kraft M, Miko M, Schulz R-J). Elsevier (Urban & Fischer Verlag), München, 2006; 320-328.

Krebs NF, Reidinger CJ, Robertson AD, Brenner M. Bone mineral density changes during lactation: maternal, dietary, and biochemical correlates. *Am J Clin Nutr* 1997; 65:1738-1746.

Lao TT, Loong EP, Chin RK, Lam CW, Lam YM. Relationship between newborn and maternal iron status and haematological indices. *Biol Neonate* 1991; 60(5):303-307.

Lao TT, Tam KF, Chan LY. Third trimester iron status and pregnancy outcome in non-anaemic women; pregnancy unfavourably affected by maternal iron excess. *Hum Reprod* 2000; 15(8):1843-1848.

Lao TT, Ho LF. Impact of iron deficiency anemia on prevalence of gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2004; 27:650-656.

Lothar T. Labor und Diagnose (Lothar T. Hrsg). 7. Auflage, TH-Books Verlagsgesellschaft, Frankfurt/Main, 2008. 159-185; 330-345; 379-405; 413-461; 480-503; 930-941; 1503-1515; 1872-1907.

Lu ZM, Goldenberg R, Cliver S, Cutter G, Blankson M. The relationship between maternal hematocrit and pregnancy outcome. *Obstet Gynecol* 1991; 77:190-194.

Magpie Trial Collaborative Group: Do women with pre-eclampsia, and their babies, benefit from magnesium sulphate? The Magpie Trial: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 2002; 359:1877-1890.

Makrides M, Crowther CA, Gibson RA, Gibson RS, Skeaff CM. Efficacy and tolerability of low-dose iron supplements during pregnancy: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2003; 78:145–153.

Mertz W. The essential trace elements. *Science* 1981; 213:1332-1338.

Murphy MM, Scott JM, McPartlin JM, Fernandez-Ballart JD. The pregnancy-related decrease in fasting plasma homocysteine is not explained by folic acid supplementation, hemodilution, or a decrease in albumin in longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:614-619.

Mortensen L, Charles P. Bioavailability of calcium supplements and the effect of vitamin D: comparisons between milk, calcium carbonate and calcium carbonate plus vitamin D. *Am J Clin Nutr* 1996; 63:354-357.

Murphy JF, Newcombe RG, O'Riordan J, Coles EC, Pearson JF. Relation of haemoglobin levels in first and second trimesters to outcome of pregnancy. *Lancet* 1986; 327:992-995.

Ortho-Clinical Diagnostics, Inc., Gebrauchsanweisung für VITROS DT60/DT60 II Chemistry Systems. 2003.

Papathanasiou V. Einfluss einer Intervention (Beratung, Supplementierung) auf den Status an wasserlöslichen Vitaminen und Homocystein, sowie an Eisen und Elektrolyten in der Schwangerschaft. Diplomarbeit. Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien; 1997.

Paiva AA, Rondó PHC, Pagliusi RA, Latorre MRDO, Cardoso MAA, Gondim SSR. Relationship between the iron status of pregnant woman and their newborns. *Rev Saúde Pública* 2007; 41(3):321-327.

Pfannhauser W. Das essentielle Spurenelement Selen: Bedeutung, Wirkung und Vorkommen in der Ernährung. *Ernährung/Nutrition* 1992; 16:642-646.

Prentice A, Jarjou L, Cole T, Stirling D, Dibba B, Fairweather-Tait S. Calcium requirements of lactating Gambian mothers: effects of a calcium supplement on breast-milk calcium concentration, maternal bone mineral content, and urinary calcium excretion. *Am J Clin Nutr* 1995; 62:58-67.

Prentice A. Maternal calcium metabolism and bone mineral status. Am J Clin Nutr 2000; 71(suppl):1312-1316.

Qi J-X. Determination of Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Na, K in serum by flame atomic absorption spectroscopy. Application Note Varian Instruments at Work, January 1990; AA-93. Internet: <http://www.varianinc.com/media/sci/apps/aa093.pdf> (Zugriff am 5.8.2009)

Quaas L. Mikronährstoffe in Schwangerschaft und Stillzeit. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 269-277.

Rasmussen KM. Is there a causal relationship between iron deficiency or iron-deficiency anemia and weight at birth, length of gestation and perinatal mortality? J Nutr 2001; 131:590-603.

Ren A, Wang J, Ye RW, Li S, Liu JM, Li Z. Low first-trimester hemoglobin and low birth weight, preterm birth and small for gestational age newborns. Int J Gynecol Obstet 2007; 98:124–128.

Ritchie LD, King JC. Dietary calcium and pregnancy-induced hypertension: is there a relation? Am J Clin Nutr 2000; 71(suppl):1371-1374.

Rückgauer M, Kruse-Jarres JD. Aussagekraft der Parameter für die Statusbestimmung. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 687-695.

Rückgauer M, Kruse-Jarres JD. Methoden zur Analytik von Spurenelementen. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 707-712.

Rückgauer M, Schmitt Y. Zuverlässigkeit und Fehlermöglichkeiten der Bestimmung. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 695-700.

Sager M, Hoesch J. Selenium uptake in cereals grown in lower Austria. *J Cent Eur Agric* 2006; 7(1):71-78.

Sauberlich HE. Laboratory tests for the assessment of nutritional status. Second Edition. CRC Press Inc. Alabama, USA; 1999; 301-426.

Scanlon KS, Yip R, Schieve LA, Cogswell ME. High and low hemoglobin levels during pregnancy: Differential risks for preterm birth and small for gestational age. *Obstet Gynecol* 2000; 96:741-748.

Schöfl Ch. Kalzium. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 124-132.

Scholl TO, Hediger ML, Fischer RL, Shearer JW. Anemia vs iron deficiency: increased risk of preterm delivery in a prospective study. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:985-988.

Scholl TO, Hediger ML. Anemia and iron-deficiency anemia: compilation of data on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(suppl):492-501.

Scholl TO. High third-trimester ferritin concentration: associations with very preterm delivery, infection, and maternal nutritional status. *Obstet Gynecol* 1998; 92:161-166.

Scholl TO, Reilly T. Anemia, Iron and Pregnancy Outcome. *J Nutr* 2000; 130:443-447.

Scholl TO. Iron status during pregnancy: setting the stage for mother and infant. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(Suppl):1218-1222.

Schümann K, Weiss G. Eisen. In: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe (Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K. Hrsg). Stuttgart, Thieme 2002; 137-147.

Singla PN, Tyagi M, Kumar A, Dash D, Shankar R. Fetal growth in maternal anaemia. *J Trop Pediatr* 1997; 43(2):89-92.

Sowers M, Corton G, Shapiro B, Jannausch ML, Crutchfield M, Smith ML, Randolph JF, Hollis B. Changes in bone density with lactation. *JAMA* 1993; 269(24):3130-3135.

Steer P, Alam MA, Wadsworth J, Welch A. Relation between maternal haemoglobin concentration and birth weight in different ethnic groups. *BMJ* 1995; 310:489–491.

Szallai M. Der Ernährungszustand von Schwangeren, Stillenden und Säuglingen in Wien. Ergebnisse der Verzehrerhebungen und anthropometrischen Untersuchungen im Rahmen der MILUPAN-Multizenterstudie. Dissertation. Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien; 1997.

Tamura T, Goldenberg RL, Johnston KE, Cliver SP, Hickey CA. Serum ferritin: a predictor of early spontaneous preterm delivery. *Obstet Gynecol* 1996; 87(3):360-365.

Taylor A, Bryant TN. Comparison of procedures for determination of copper and zinc in serum by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chem Acta* 1981; 110:83-90.

Torti FM, Torti SV. Regulation of ferritin genes and protein. *Blood* 2002; 99:3505-3516.

Toure-Fall AO, Gadjji M, Diop S, Dieye T, Thiam D, Diakhate L. Maternal anaemia: effect on the newborn. *Dakar Med* 2004; 49(3):172-176.

Van Buul B, Steegers E, Jongsma H, Rijpkema A, Eskes T, Thomas C, Baadenhysen H, Hein P. Dietary sodium restriction in the prophylaxis of hypertensive disorders of pregnancy: effects on the intake of other nutrients. *Am J Clin Nutr* 1995; 62:49-57.

Van der Broek NR, Letsky EA, White SA, Shenkin A. Iron status in pregnant woman: which measurements are valid? *Br J Haematol* 1998; 103(3):817-824.

Villar J, Belizan JM. Same nutrient, different hypotheses: disparities in trials of calcium supplementation during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(suppl):1375-1379.

Welz B, Sperling M. Atomabsorptionsspektrometrie. 4. Auflage, Wiley-VCH, 1997.

WHO World Health Organisation. Mother-baby package: implementing safe motherhood in countries. WHO, Geneva, 1994.

Williamson CS. Nutrition in pregnancy. Nutrition Bulletin 2006; 31:28-59.

Zhou LM, Yang WW, Hua JZ, Deng CQ, Tao X, Stoltzfus RJ. Relation of hemoglobin measured at different times in pregnancy to preterm birth and low birth weight in Shanghai, China. Am J Epidemiol 1998; 148:998–1006.

Ziaei S, Norrozi M, Faghihzadeh S, Jafarbegloo E. A randomised placebo-controlled trial to determine the effect of iron supplementation on pregnancy outcome in pregnant women with haemoglobin ≥ 13.2 g/dl. BJOG 2007; 114:684-688.

9. Anhang

Mineralstoffaufnahme in mg/d						
Mineralstoff	Gruppe	N	MW	SD	Min.	Max.
Zink	gesamt	103	10.69	4.65	2.49	30.50
	Ö.	64	12.00	4.70	3.19	30.50
	M.	39	8.54	3.73	2.49	18.81
Magnesium	gesamt	104	356.72	170.18	48.92	877.97
	Ö.	64	408.94	155.46	93.40	877.97
	M.	40	273.17	160.66	48.92	838.42
Eisen	gesamt	101	12.95	6.93	2.58	39.63
	Ö.	61	14.81	6.61	3.31	39.63
	M.	40	10.11	6.50	2.58	33.67
Kalzium	gesamt	103	996.33	492.37	131.81	3227.30
	Ö.	63	1078.07	421.54	149.64	2340.19
	M.	40	867.58	568.98	131.81	3227.30
Natrium	gesamt	103	5122.37	2584.96	629.43	11528.30
	Ö.	63	5744.22	2188.93	950.62	10970.11
	M.	40	4142.95	2872.37	629.43	11528.30
Kalium	gesamt	104	4102.17	2226.07	290.76	9413.56
	Ö.	64	4831.54	1966.98	844.20	9413.56
	M.	40	2935.18	2137.19	290.76	8455.25
Chlorid	gesamt	103	5769.77	2433.03	829.21	14623.00
	Ö.	63	6170.54	2284.52	1598.37	14611.91
	M.	40	5138.56	2552.86	829.21	14623.00

Tabelle 18: Mineralstoffaufnahme (MW und SD) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft

Mineralstoffaufnahme in mg/d								
Mineralstoff	Gruppe	103	MW	10. P.	25. P.	Median	75. P.	90. P.
Zink	gesamt	64	10.69	5,32	7.88	10.35	13.14	15,67
	Ö.	39	12.00	7,18	9.28	11.47	14.08	17,75
	M.	104	8.54	3,04	6.45	8.20	10.45	13,96
Magnesium	gesamt	64	356.72	157,84	229.21	351.37	430.55	567,17
	Ö.	40	408.94	237,55	301.37	390.47	490.52	615,08
	M.	101	273.17	106,44	174.77	227.20	377.95	495,88
Eisen	gesamt	61	12.95	5,46	8.12	12.07	15.85	18,90
	Ö.	40	14.81	8,30	10.64	13.97	16.95	21,03
	M.	103	10.11	4,36	6.15	8.12	11.46	18,26
Kalzium	gesamt	63	996.33	388,25	739.26	952.95	1212.43	1623,31
	Ö.	40	1078.07	614,16	849.15	1001.0	1223.54	1743,32
	M.	103	867.58	257,92	439.18	808.45	1000.38	1591,09
Natrium	gesamt	63	5122.37	1978,11	3145.37	5036.6	6721.57	8876,55
	Ö.	40	5744.22	3044,78	3811.59	5783.9	7132.46	8645,39
	M.	104	4142.95	1448,77	2271.71	3276.4	5513.27	10156,6
Kalium	gesamt	64	4102.17	1363,89	2303.34	3703.5	5807.97	7161,37
	Ö.	40	4831.54	2324,84	2913.58	4870.9	6302.20	7314,49
	M.	103	2935.18	973,19	1521.89	2294.2	3637.51	6934,02
Chlorid	gesamt	63	5769.77	3053,17	4455.59	5324.3	6879.39	8830,58
	Ö.	40	6170.54	4093,85	4899.71	5662.0	7339.26	8866,59
	M.	40	5138.56	2225,57	3782.61	4795.9	6047.11	8782,35

Tabelle 19: Mineralstoffaufnahme (Median und Perzentilen) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft

Mineralstoffstatus im Plasma								
Mineralstoff	Gruppe	n	MW	10. P.	25. P.	Median	75. P.	90. P.
Selen (µg/l)	Gesamt	113	44.61	34.14	38.48	43.67	49.73	56.26
	Ö.	69	45.29	34.97	38.89	44.51	49.73	57.85
	M.	44	43.54	31.79	37.61	42.75	49.91	56.21
Zink (mg/l)	Gesamt	113	0.57	0.46	0.52	0.58	0.63	0.68
	Ö.	69	0.58	0.48	0.54	0.58	0.65	0.67
	M.	44	0.56	0.43	0.49	0.57	0.61	0.70
Magnesium (mg/dl)		113	1.81	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
	Gesamt	69	1.82	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
	M.	44	1.80	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
Kalzium (mg/dl)	Gesamt	113	9.49	8.94	9.20	9.50	9.80	10.00
	Ö.	69	9.52	9.00	9.20	9.50	9.80	10.00
	M.	44	9.46	8.90	9.10	9.55	9.80	9.95
Natrium (mmol/l)	Gesamt	50	141.34	139.10	141.00	141.00	142.00	143.00
	Ö.	26	141.27	139.70	140.75	141.00	142.00	143.00
	M.	24	141.42	139.00	141.00	141.00	143.00	143.00
Kalium (mmol/l)	Gesamt	30	3.97	3.70	3.80	3.90	4.03	4.48
	Ö.	19	3.90	3.70	3.80	3.90	4.00	4.20
	M.	11	4.10	3.62	3.80	4.00	4.50	4.78
Chlorid (mmol/l)	Gesamt	52	108.54	105.00	108.00	109.00	110.00	110.70
	Ö.	26	108.00	104.00	107.00	108.50	110.00	110.00
	M.	26	109.08	106.70	108.00	109.00	110.00	113.00
Eisen (µg/dl)	Gesamt	110	64.30	33.00	42.75	58.00	78.00	96.00
	Ö.	68	65.78	33.00	43.25	59.50	80.25	102.40
	M.	42	61.90	30.60	38.00	55.00	72.25	95.70
Hämoglobin (g/dl)	Gesamt	113	15.57	11.60	12.85	14.30	16.75	23.70
	Ö.	69	15.75	12.20	13.45	14.50	16.35	24.40
	M.	44	15.30	11.05	12.30	13.60	18.08	23.40
Hämatokrit (%)	Gesamt	112	44.71	34.86	37.95	40.50	46.68	65.37
	Ö.	69	44.96	36.90	39.10	40.70	46.65	64.60
	M.	43	44.30	34.20	36.70	39.80	53.90	66.72

Tabelle 20: Mineralstoffstatus im Plasma (Median und Perzentilen) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft

Parameter	Status	Gesamt		Ö.		M.	
		n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent
Selen	< 40 µg/l	36	31.6	21	30.4	15	34.1
	> 40 µg/l	77	68.4	48	69.6	29	65.9
Zink	< 0.53 mg/l	32	28.3	16	23.2	16	36.4
	> 0.53 mg/l	81	71.7	53	76.8	28	63.6
Magnesium	< 1.70 mg/dl	20	17.7	10	14.5	10	22.7
	> 1.70 mg/dl	93	82.3	59	85.5	34	77.3
Kalzium	< 8.76 mg/dl	3	2.6	1	1.4	2	4.5
	> 8.76 mg/dl	110	97.4	68	98.6	42	95.5
Eisen	< 42 µg/dl	26	23.2	14	20.3	12	28.6
	> 42 und < 177 µg/dl	82	73.2	53	76.8	29	69.1
	> 177 µg/dl	2	3.6	1	2.9	1	2.3
Hämoglobin	< 11 g/dl	4	3.5	1	1.4	3	6.8
	> 11 g/dl	109	96.5	68	98.6	41	93.2
Hämatokrit	< 32%	5	4.4	3	4.3	2	4.7
	> 32%	107	95.6	66	95.7	41	95.3
Natrium	> 134 mmol/l	50	100	26	100	24	100
Kalium	> 3.4 mmol/l	30	100	19	100	11	100
Chlorid	> 99 mmol/l	52	100	26	100	26	100

Tabelle 21: Anzahl und Anteil der Probandinnen, die den jeweilig empfohlenen Referenzbereich erreichten bzw. nicht erreichten, getrennt nach Herkunftsgruppen

Einnahme von		Gesamt n=113		Ö. n=69		M. n=44	
		n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent
Eisensupplementen	ja	31	27.4	15	21.7	16	36.4
	nein	82	72.6	54	78.3	28	63.6
Folsäure- und Eisensupplementen	ja	11	9.7	9	13.0	2	4.5
	nein	102	90.3	60	87.0	42	95.5
Multivitamin- supplementen	ja	48	42.5	36	52.2	12	27.3
	nein	65	57.5	33	47.8	32	72.7
Magnesium- supplementen	ja	44	38.9	30	43.5	14	31.8
	nein	69	61.1	39	56.5	30	68.2

Tabelle 22: Übersicht über die Einnahme von Supplementen von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft

Parameter	Gruppe	N	MW	SD	Min.	Max.	Perzentilen				
							10	25	50	75	90
Albumin (g/dl) ¹	Gesamt	113	3.66	0.22	3.1	4.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9
	Ö.	69	3.67	0.21	3.3	4.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9
	M.	44	3.64	0.23	3.1	4.1	3.4	3.4	3.7	3.8	3.9
Protein (g/dl) ²	Gesamt	113	6.88	0.49	6.0	8.6	6.3	6.5	6.8	7.2	7.6
	Ö.	69	6.84	0.49	6.0	8.6	6.3	6.5	6.7	7.1	7.6
	M.	44	6.95	0.50	6.1	8.5	6.3	6.6	6.9	7.2	7.7

¹ Referenzbereich Erwachsene 3.5-5.3 g/dl [Lothar, 2008]

² Referenzbereich Erwachsene 6.6-8.3 g/dl [Lothar, 2008]

Tabelle 23: Übersicht über Albumin und Gesamtprotein (MW, SD, Median und Perzentilen) von allen untersuchten Schwangeren, sowie getrennt nach Herkunft

CURRICULUM VITAE

Anschrift: Isolde Driussi
Halbgasse 8, 1070 Wien
E-Mail: isolde.driussi@gmx.at
Geburtsdaten: 25. Oktober 1977, Wolfsberg

Schulbildung:

1992-1997 Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe in Fohnsdorf,
Matura bestanden 06/1997
1984-1992 Volksschule, Hauptschule in Zeltweg

Berufsausbildung, Studium:

10/02-01/10 Studium Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
08/98 Personalverrechnerprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg bestanden
06-08/98 Personalverrechnerlehrgang WIFI Graz

Berufserfahrung:

11/03-05/09 Teilzeitbeschäftigung Firma Roche in Wien in der Abteilung
Marketing Self-monitoring/Diabetes Care
12/99-09/02 Büroangestellte im Gastronomiebetrieb Just in Graz
01/98-12/99 Steuerberatungskanzlei Zacek in Graz

Praktika:

11/07 Österreichische Gesellschaft für Ernährung in Wien
07-09/07 Marketing-Abteilung Roche Diagnostics GmbH Wien
08/06 Marketing-Abteilung Roche Diagnostics GmbH Wien
07/05 Labor am Institut für Lebensmittelhygiene und am AKH in Wien
02/04 Labor am Institut für Lebensmittelhygiene in Wien

Qualifikationen:

- sehr gute EDV-Kenntnisse (Windows, Mac OSX):
 - Büroanwendungen (MS-Office, SAP, SPSS, Photoshop)
 - Rechnungswesen und Lohnverrechnung (speziell mit RZL)
 - Grundkenntnisse LINUX (Ubuntu)
- Maschinschreiben, Führerschein der Klasse B
- Sprachen:
 - Englisch – gute Kenntnisse in Wort und Schrift (Besuch weiterführender Kurse im Sprachenzentrum der Universität Wien)
 - Französisch – Schulkenntnisse

Wien, Jänner 2010