



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Messung von oxidativem Stress und antioxidativer
Kapazität in der betrieblichen Gesundheitsvorsorge

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Pharmazie (Mag^a. pharm.)

Verfasserin:	Maria Luf
Matrikel- Nummer:	0049044
Studienrichtung:	Pharmazie
Betreuer:	ao. Univ. Prof. Mag. pharm. Dr. M. Czejka

Wien, Oktober 2010

Danksagung

Diese Diplomarbeit entstand am Departement für klinische Pharmazie und Diagnostik an der Fakultät für Lebenswissenschaften unter der Anleitung von ao. Univ. Prof. Mag. pharm. Dr. Martin. Czejka. Bei ihm bedanke ich mich für die Bereitstellung des interessanten Themas, der guten Betreuung und der Hilfe bei der Klärung von Problemen.

Weiters möchte ich mich bei meiner Familie, meinem Freund Thomas und all meinen Freunden (insbesondere Gloria und Alice) für die seelische Unterstützung bedanken.

Abkürzungsverzeichnis

AGE	Advanced Glycation End Products
AMD	Altersbedingte Makuladegeneration
AOK	Antioxidative Kapazität
ARDS	Akute Lungenschädigung Atemnot- Syndrom
BMI	Body Mass Index
CAT	Katalase
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DNA	Desoxyribonukleinsäure
Fe	Eisen
FORD	Free Oxygen Radicals Defence
FORM	Free Oxygen Radicals Monitor
FORT	Free Oxygen Radicals Testing
GSH	Glutathion
GSSG	Glutathiondisulfid
GSHPx	Glutathionperoxidase
HO_2°	Hydroperoxyl- Radikal
H_2O	Wasser
H_2O_2	Wasserstoffperoxid
NADPH	Nicotinamid Adenin Dinukleotid Phosphat
O_2	Molekularer Sauerstoff
$^1\text{O}_2$	Singluett- Sauerstoff
$\text{O}_2^{\circ-}$	Superoxid- Radikal
OH°	Hydroxyl- Radikal
RNA	Ribonucleinsäure
RO°	Alkoxy- Radikal
ROO°	Peroxy- Radikal
ROS	Reaktive Sauerstoffspezies
SOD	Superoxiddismutase
SEM	Standardfehler

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2 DEFINITION OXIDATIVER STRESS	2
3 FREIE RADIKALE UND ROS	3
3.1 Definition	3
3.2 Einteilung und Entstehung	4
3.3 Entstehung von ROS und freien Radikalen	6
3.4 Auswirkungen freier Radikale und ROS auf den Körper	7
3.4.1 Physiologisch	7
3.4.2 Pathophysiologisch	7
3.4.3 Rolle der freien Radikale bei verschiedenen Krankheiten	8
4 ANTIOXIDANTIEN	10
4.1 Definition	10
4.2 Einteilung	11
4.2.1 Enzymatische Schutzsysteme	11
4.2.2 Nicht-enzymatische Schutzsysteme	12
4.3 Nutritive Antioxidantien	13
5 MATERIAL UND METHODEN	18
6 ERGEBNISSE UND DISKUSSION	24
7 CONCLUSIO	73
8 LITERATURVERZEICHNIS	75

9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	77
10	TABELLENVERZEICHNIS	80
11	ZUSAMMENFASSUNG	81
12	SUMMARY	82
13	CURRICULUM VITAE	83

1 Einleitung und Fragestellung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Fragestellung, ob oxidativer Stress als Biomarker in der Präventivmedizin verwendet werden kann.

Im Rahmen einer Gesundenuntersuchung wurden bei einem Kollektiv von 208 Personen die freien Radikale bzw. ab einem bestimmten Grenzwert zusätzlich die antioxidative Kapazität (AOK) gemessen.

Anhand eines Fragebogens über die Lebensgewohnheiten wurde mittels Parametern, wie Ernährung, Sport, Medikamenteneinnahme und Wohnsituation versucht, einen Zusammenhang zwischen den Werten zu ermitteln. Die Probanden waren alle Angestellte eines Betriebes in Österreich, welcher in jedem Bundesland eine Niederlassung hat. Daher konnten auch die Werte der verschiedenen Bundesländer verglichen werden.

Im Großen und Ganzen beschäftigt sich diese Arbeit damit, wie sich Faktoren wie Alter, Geschlecht, Body Mass Index (BMI), Lebensgewohnheiten (Rauchen, Alkoholgenuss, Solariumbesuch, ...), Ernährung, Medikamenteneinnahme, Wohnsituation bzw. schadstoffbelasteter Lebensraum auf die Entstehung von freien Radikalen auswirken. Die vorwiegend gesunden Probanden waren zwischen 21 und 62 Jahren alt.

Frauen die Hormonpräparate einnahmen, wurden aus dem Kollektiv ausgeschlossen und werden in anderen Diplomarbeiten behandelt [23,24].

Es wurden insgesamt 208 Personen gemessen, von denen 81 Frauen und 127 Männer waren.

2 Definition Oxidativer Stress

Oxidativer Stress ist als das Ungleichgewicht zwischen der Bildung von freien Radikalen einerseits und einer unzureichenden antioxidativen Abwehr andererseits definiert [1,2].

Zur Entwicklung und Erhaltung der biologischen Strukturen des Körpers müssen zugeführte Nährstoffe wie Fette, Kohlenhydrate, Proteine und Nukleinsäuren oxidiert werden. Da auch Zellen, Gewebe und Organe des Körpers aus eben diesen Strukturen bestehen, muss sich der Organismus ständig vor dem Angriff seiner eigenen Strukturen schützen [2].

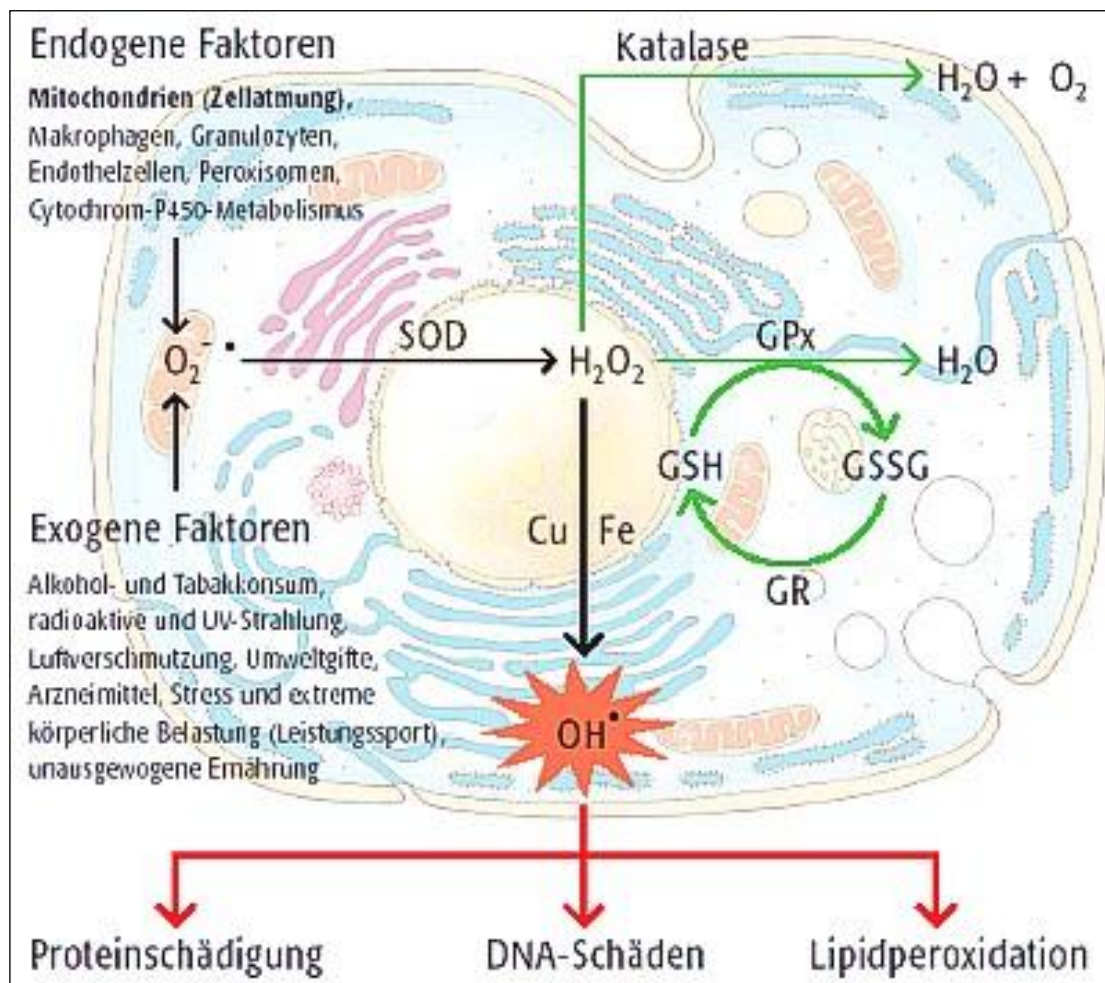


Abbildung 1: Entstehung, Entgiftung und Folgen von oxidativem Stress. Quelle: Pharmazeutische Zeitung (2010)

3 Freie Radikale und ROS

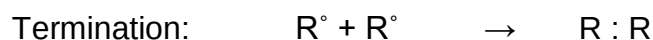
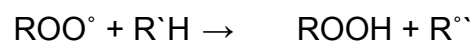
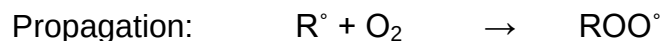
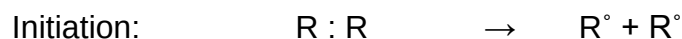
3.1 Definition

Freie Radikale sind Verbindungen, die sich von molekularem Sauerstoff ableiten, aber im Gegensatz zu diesem sehr reaktionsfreudig sind, da sie ein oder mehrere ungepaarte Elektronen in ihrem äußeren Orbital enthalten. Ihre hohe Reaktivität induziert eine Radikalreaktion, deren Prinzip darin besteht, mit einem nicht- radikalischen Molekül zu reagieren, um ein weiteres Radikal zu erzeugen [3,4].

Bei dieser so genannten Radikalkettenreaktion handelt es sich um eine Kettenreaktion, die in Initiation, Propagation und Termination eingeteilt wird [4].

Obwohl der Terminus reaktive Sauerstoffspezies (ROS) nicht mit dem der freien Radikale gleichzusetzen ist, können durch Reaktionen wie z. B. der Haber-Weiß-Reaktion, aus ROS schnell freie Radikale werden. Ein Beispiel ist das Wasserstoffperoxid [5].

Radikalkettenreaktion [11]:



3.2 Einteilung und Entstehung

Potentiell cytotoxische ROS in der Reihenfolge abnehmender Reaktivität [4]:

$\text{OH}^\bullet$	Hydroxyl- Radikal
$^1\text{O}_2$	Singluett- Sauerstoff
$\text{HO}_2^\bullet$	Hydroperoxyl- Radikal
$\text{O}_2^{\bullet-}$	Superoxid- Radikal
$\text{RO}^\bullet$	Alkoxyl- Radikal
$\text{ROO}^\bullet$	Peroxyl- Radikal
H_2O_2	Wasserstoffperoxid

Das Hydroxyl- Radikal $\text{OH}^\bullet$

ist das reaktivste freie Radikal, da es alle biologischen Strukturen angreifen kann. Mit einer Halbwertszeit von 10^{-9} beträgt seine Reichweite nur 0,5- 1,8 nm und kann somit nur unmittelbar zerstörerisch wirken.

Da Wasserstoffperoxid, welches größere Strecken diffundieren kann, $\text{OH}^\bullet$ erzeugen kann, ist es besonders gefährlich, wenn es in der Nähe von DNA, und RNA- Molekülen gebildet wird [2].

Der Singluett- Sauerstoff $^1\text{O}_2$

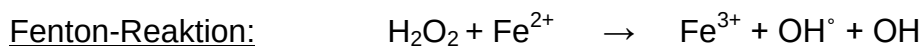
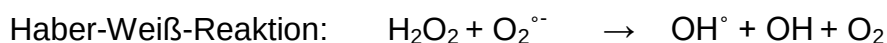
ist eine nicht- radikalische reaktive Sauerstoffspezies. Er besitzt eine Halbwertszeit von 10^{-6} und reagiert sehr schnell mit den meisten organischen Molekülen. Insbesondere mit Doppelbindungen von ungesättigten Fettsäuren in Membranen und Lipoproteinen, aber auch mit Aminosäuren, Nukleinsäuren und Sterolen [2,5]. Ein gutes Antioxidants für Singluettsauerstoff ist das β - Carotin [2].

Das Superoxid- Radikal $O_2^{\circ-}$

ist ein mesomerie-stabilisiertes Anion und umgeht im aktivierten Zustand, das dem molekularem Sauerstoff auferlegte Spinverbot. 2-5 % des molekularen Sauerstoffs werden in der mitochondrialen Elektronen-transportkette zu $O_2^{\circ-}$ umgewandelt [2,4]. Auch bei der Infektabwehr kann die Bildung von $O_2^{\circ-}$ durch Phagozyten auf das Zehnfache ansteigen und wird im physiologischen Kontext als "respiratory burst" bezeichnet [3]. Zur Zellschädigung durch $O_2^{\circ-}$ kommt es bei Oxidationsreaktionen mit Struktur- und Enzymproteinen, sowie bei dem Abbau von SH-Gruppen. In Anwesenheit von Metallionen kann es bei der Haber-Weiß-Reaktion mit Wasserstoffperoxid zu dem sehr reaktiven Hydroxylradikal reagieren [4].

Das Wasserstoffperoxid H_2O_2

ist neben dem Singluett- Sauerstoff, die zweite reaktive Sauerstoffspezies, die zwar noch kein freies Radikal darstellt, aber durch die Fenton- und Haber-Weiß-Reaktion eine Quelle für das reaktivste freie Radikal, das Hydroxylradikal, darstellt. Von allen ROS ist H_2O_2 am meisten vertreten, so werden in der Leberzelle 1500 Milliarden H_2O_2 - Moleküle pro Sekunde gebildet [5].



3.3 Entstehung von ROS und freien Radikalen

Bei der Entstehung von ROS und freien Radikalen spielen sowohl endogene als auch exogene Quellen eine Rolle [6].

Endogene Quellen:

- Mitochondriale Atmungskette
- Arachidonsäurestoffwechsel
- Phagozytose ("respiratory burst")
- Oxidierende Enzyme (Xanthinoxidase, NADPH- Oxidase)
- Übergangsmetalle: Kupfer, Eisen (Haber-Weiß-Reaktion und Fenton-Reaktion)
- Genetische Polymorphismen

Exogene Quellen:

- Alkohol und Tabakkonsum
- UV- Strahlung
- Luftverschmutzung, Stickstoffdioxid und Ozon
- Umweltgifte: Schwermetalle (Blei, Quecksilber), Aluminium, Lösungsmittel, Herbizide, Pestizide
- Arzneimittel: Zytostatika, Antibiotika, Kontrazeptiva
- Radio- und Chemotherapie
- Stress und extreme körperliche Belastung
- Mehrfach ungesättigte Fettsäuren

3.4 Auswirkungen freier Radikale und ROS auf den Körper

3.4.1 Physiologisch

Freie Radikale besitzen eine wichtige Funktion bei der Immunabwehr. Phagozyten produzieren im Rahmen einer Entzündungsreaktion $O_2^{\bullet-}$, das durch eine membranständige NADPH- Oxidase gebildet und in das extrazelluläre Milieu abgegeben wird. Auf diese Weise können opsonierte Bakterien, aber auch andere Fremdkörper, zerstört werden [7].

3.4.2 Pathophysiologisch

Die schädigenden Effekte freier Radikale und ROS betreffen alle Strukturen des Körpers, besonders aber die Lipide; speziell die mehrfach ungesättigten Fettsäuren der Membranlipide [8].

Ausgangspunkt dieser so genannten Lipidperoxidation ist z.B. ein Hydroxyl-Radikal [9]. Dabei wird die Membranpermeabilität direkt beeinflusst und führt z. B. zu einem Calcium- Einstrom in das Cytosol und einer weiteren ROS- Produktion durch Aktivierung der NO-Synthetase und Xanthin-Oxidase und zu degenerativen Prozessen durch Calcium- abhängige Aktivierung von Phospholipasen, Proteasen und Endonukleasen. In weiterer Folge kommt es zu Störungen der Zellfunktion, die im Zelluntergang enden kann [5].

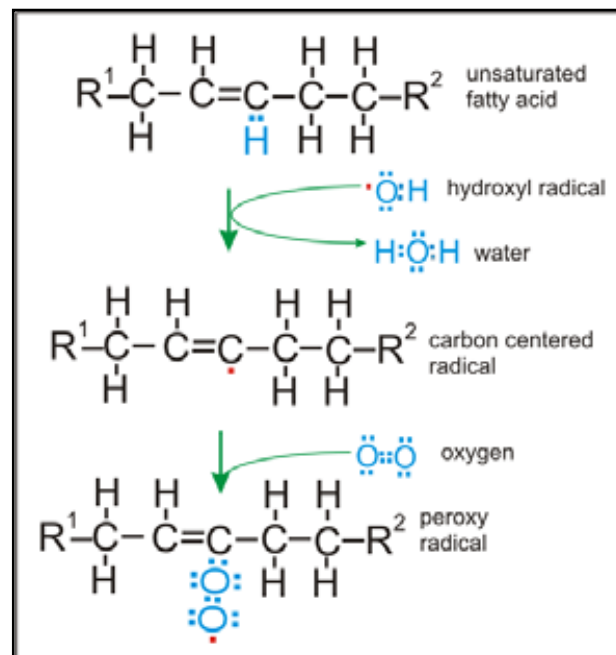


Abbildung 2: Lipidperoxydation. Quelle: Biotek (2010)

Über die Schädigung von Kohlenhydraten weiß man noch nicht sehr viel, bekannt ist jedoch, dass Hyaluronsäure und Proteoglykane betroffen sein können [9].

Proteine sind ebenfalls sehr empfindlich gegenüber freien Radikalen und ROS. Vor allem die Thiol-Gruppen von Cystein sind betroffen. Weiters können Histitin, Prolin, Arginin und Lysin geschädigt werden. Es kommt zu Konformationsänderungen und Funktionsstörungen von Enzymen wie Dehydrogenasen und Phosphatasen [8].

Sind die Nukleinsäuren von den oxidativen Schädigungen betroffen, sind die Auswirkungen besonders folgeschwer, da es zur Auslöschung von Erbgut kommen kann. Besonders betroffen ist die Pyrimidin-Base Thymin [2].

3.4.3 Rolle der freien Radikale bei verschiedenen Krankheiten

Das Spektrum der Krankheiten an denen freie Radikale und ROS beteiligt sind, reicht von degenerativen Alterserscheinungen bis hin zu schweren Krankheiten wie Multiple Sklerose, Morbus Parkinson oder dem ischämischen Insult [9].

Tabelle 1: Krankheiten und oxidativer Stress. Quelle: Eigene Erarbeitung in Anlehnung an Löffler et al. (1998)

Krankheiten	Rolle der freien Radikale
Arteriosklerose	Superoxid vermittelte endotheliale Dysfunktion und Makrophagen- Aktivierung
Myokardinfarkt	ROS vermittelter ischämischer Insult mit Nekrose
Hypertonie	ROS vermittelte vaskuläre glatte Muskelzellen- Proliferation
Diabetes	ROS beschleunigte Ausbildung von Glykosilierungsprodukten “advanced glycation end products” (AGEs) Superoxid vermittelte endotheliale Dysfunktion
Alter	Zellbeschädigung und metabolische Abnormalitäten
Krebs	ROS vermittelte Genmutation (Modifikation von Pyridin- und Pyrin- Basen) und mittels posttranslationeller Modifikationen unterbrochene zelluläre Prozesse
Morbus Parkinson	ROS vermittelte endotheliale Dysfunktion
Morbus Alzheimer	ROS vermittelte Neurotoxizität der Zellen des Hippocampus und synaptischer Membranen
Chorea Huntington	ROS vermittelte transkriptionelle Dysregulation und mitochondriale Schädigung
Autoimmunerkrankungen	ROS vermittelte Entzündung und Zerstörung von Gewebe
Altersbedingte Makuladegeneration (AMD)	ROS vermittelte Retina- Schädigung
Akute Lungenschädigung Atemnot- Syndrom Distress (ARDS)	ROS vermittelte Entzündung und endotheliale Dysfunktion

4 Antioxidantien

4.1 Definition

Antioxidantien sind endogene oder exogene Substanzen, die radikalische Reaktionen verlangsamen, verhindern oder beenden können [5].

Die antioxidativen Wirkungen können folgende sein [2]:

- Abfangen von Radikalen unter Bildung neuer Radikale
- Reaktionen von Radikalen miteinander und Bildung von Endprodukten die stabil sind
- Oxidation oder Reduktion von Radikalen via Elektronentransfer zu stabilen Endprodukten
- Komplexierung und Chelatisierung von Metallionen
- Nichtradikalische (enzymatische) Reduktion von Hydroperoxiden
- Induktion und Erhöhung der Aktivität detoxifizierender Enzyme
- Körpereigene Antioxidantien, wie die Superoxiddismutase (SOD), Katalase und Glutathionperoxidase sind enzymatische Schutzsysteme, die im Gegensatz zu nicht-enzymatischen Substanzen selbst nicht zu Radikalen werden können.
- Nicht-enzymatische Antioxidantien sind lipophile und hydrophile Vitamine, pflanzliche AO wie Flavonoide, Anthocyane, Lignane oder Moleküle wie L- Glutathion und Harnsäure und können selbst radikalisch werden.

4.2 Einteilung

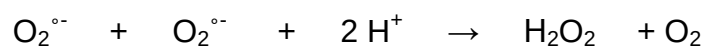
4.2.1 Enzymatische Schutzsysteme

Enzymatische Antioxidantien lassen sich in drei große Gruppen unterteilen:

- Superoxiddismutasen
- Katalasen
- Gluthation- Peroxidasen

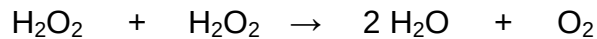
Superoxiddismutasen (SOD)

Man unterscheidet zwei Isoformen der SOD, deren Zentren unterschiedliche Metallionen enthalten. Die Mangan abhängige SOD, die in den Mitochondrien von Eukaryonten vorkommt und die Kupfer und Zink abhängige SOD als cytoplasmatisches Enzym. Eine dritte Form, die Eisen abhängige SOD kommt nur in Bakterien vor und ist daher in diesem Kontext nicht von Interesse. Die zwei erstgenannten Isoformen katalysieren die Umwandlung von Superoxidradikalen zu den weniger reaktiven Wasserstoffperoxiden [5].



Katalase (CAT)

Das bei der SOD entstandene H_2O_2 wird von der CAT in Wasser und molekularen O_2 umgewandelt [2].



Die CAT hat eine hohe Affinität zu H_2O_2 und arbeitet bei hohen H_2O_2 Konzentrationen sehr schnell, während sie bei geringen Konzentrationen langsam arbeitet [11].

Gluthation- Peroxidasen (GPX)

Bei der Gluthation-Peroxidase unterscheidet man drei verschiedene Enzyme. Die Selen abhängige Gluthation-Peroxidase (GSH-Px) und die Selen abhängige Phospholipid-Hydroperoxid-GSH-Peroxidase (PLGSH-Px), welche H_2O_2 und organische Peroxide reduzieren. Das dritte Enzym, die Selen unabhängige GSH-Px setzt nur organische Peroxide als Substrat um [2,5].

4.2.2 Nicht-enzymatische Schutzsysteme

Zu den nicht-enzymatischen AO zählen die Vitamine, die Naturstoffe wie Flavonoide, Anthocyane, Lignane und die bioorganischen Moleküle des menschlichen Organismus wie Harnsäure, Taurin , reduziertes Gluthation (GSH). Ein wichtiger Unterschied zwischen enzymatischen- und nicht-enzymatischen AO ist, dass nicht-enzymatische selbst zu Radikalen werden können [12]. Die meisten AO können mit der Nahrung zugeführt werden.

4.3 Nutritive Antioxidantien

Carotinoide (Provitamin A)

Unter dem Begriff Carotinoide werden gelb-rote Pflanzenstoffe zusammengefasst, die unter anderem der Bildung des lebensnotwendigen Vitamin A dienen. Sie sind auf Grund der großen Anzahl an Doppelbindungen in der Lage, Singluettsauerstoff abzufangen und die durch Peroxyl-Radikal induzierte Lipidperoxidation zu hemmen.

Carotinoide sind hitzelabil und sollten in Form von nicht erhitztem Obst und Gemüse aufgenommen werden. Sie sind ausschließlich in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten.

Vorkommen: Karotten, Paprika, Blattgemüse, Tomaten, Melonen, Spirulina-Alge.

Tagesbedarf: Die deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt eine tägliche β -Carotin- Zufuhr von 2 mg über die Nahrung [13,14].

Vitamin E (Tocopherole)

Unter dem Begriff Tocopherole werden acht verschiedene Vitamine zusammengefasst. Vitamin E ist, als Bestandteil aller biologischen Membranen, eines der wichtigsten AO und schützt mehrfach ungesättigte Fettsäuren in den Membranlipiden vor der Oxidation durch ROS, insbesondere durch Peroxyl-Radikale. Da es dabei selbst zu einem Radikal (Tocopheryloxylradikal) wird, muss es durch Ascorbinsäure oder Flavonoide regeneriert werden.

Vorkommen: Weizenkeim-, Sonnenblumen-, Distel-, Raps-, und Erdnussöl. Nüsse wie Pistazien, Walnüsse und Erdnüsse. Oliven- und Palmöl enthalten geringere Mengen an Tocopherolen, aber höhere Tocotrienol-Gehalte.

Tagesbedarf: Da die verschiedenen Tocopherole und Tocotrienole unterschiedliche biologische Aktivität besitzen, hat man sich auf

„Tocopherol-Äquivalente“ geeinigt. 1 mg RRR-Alpha-Tocopherol entspricht einem Tocopherol- Äquivalent.

Säuglinge sollten laut DGE 3-4 mg, Kinder 6–12 mg und Erwachsene 12 mg Äquivalent zu sich nehmen [14,15].

Vitamin C (Ascorbinsäure)

Ascorbinsäure ist im Gegensatz zu Vitamin E und den Carotinoiden wasserlöslich und wirkt unspezifisch im wässrigen Milieu. L-Ascorbinsäure ist als starkes Reduktionsmittel in drei verschiedenen Formen, die ein reversibles Redoxsystem darstellen, zu finden. Von Bedeutung ist Vitamin C vor allem als Antioxidants [15].

Weitere Funktionen sind:

- Verbesserung der Eisenabsorption
- Beteiligung an Wundheilungsprozesse (Cofaktor)
- Hormon- und Neurotransmitterbildung (Cofaktor)
- Carnitin Bildung (Cofaktor) zum Fettsäuretransport durch die Mitochondrienmembran
- Beteiligung bei der Bildung von Gallensäuren und Cholesterin
- Regenerierung von Vitamin E durch Elektronentransfer
- Abfangen von aggressiven Sauerstoffverbindungen
- Hydroxylierungsreaktion von Prolin zu Hydroxyprolin (Cofaktor)
- Hydroxylierung von Dopamin zu Noradrenalin

Vorkommen: Paprika, Broccoli, Zitrusfrüchte, Kartoffeln, Acerolakirsche [16].

Tagesbedarf: Die Zufuhr von Vitamin C wird kontrovers diskutiert. Die Empfehlungen in der Literatur liegen zwischen 75–1000 mg und reichen sogar in den zweistelligen Grammbereich [17]. Die DGE empfiehlt 75 mg pro Tag beim gesunden Erwachsenen. Raucher, Schwangere und Stillende sollten ihren Bedarf mit zusätzlichen 25-50 mg pro Tag decken [15].

Flavonoide

Flavonoide zählen neben den Anthocyanen und den oligomeren Proanthocyanidinen zu den pflanzlichen AO und bilden eine Gruppe von etwa 5000 verschiedenen phenolischen Verbindungen [6].

Flavonoide werden je nach der Stellung der Hydroxylgruppe am Phenyl-Chroman-Grundgerüst als Flavane, Isoflavane und Neoflavane bezeichnet und können weiters nach Oxidationsgrad unterteilt werden in: Flavone, Isoflavone, Flavonone und Flavonole [14]. Besondere Bedeutung haben sie vor allem bei der Hemmung der Bildung von Linolsäure-Hydroperoxiden. Dabei unterbrechen sie die Radikalketten-Reaktion durch Abgabe von Wasserstoffatomen an die jeweiligen freien Radikale. Eine weitere bedeutende Rolle spielen die Flavonoide als Reaktionspartner in der Regeneration mit anderen antioxidativen Systemen wie Glutathion, Vitamin C und Vitamin E [18].

Vorkommen: Obstsorten wie Äpfel, Birnen, Sauerkirschen, Pflaumen, Aprikosen und Pfirsiche.

Küchenzwiebel und Grünkohl enthalten vor allem Quercetin und Campherol. Flavonoide sind besonders in den äußeren Schichten von Obst und Gemüse enthalten. Weitere Quellen sind Nüsse, Rotwein, Citrusfrüchte, Vollkorngetreide und Propolis.

Zu den in den Heilpflanzen vorkommenden Flavonoiden zählen Crataegus, Arnika, Ginkgo, Kamille, Mariendistel, Klee, Ginster, Linden- und Hollerblüten, Birkenblätter und Goldrute [14,18].

Tagesbedarf: Empfohlene Tagesdosis wird auf 1000 mg geschätzt [6].

Spurenelemente

Zink

Als essentielles Spurenelement spielt Zink eine wichtige Rolle als Cofaktor vieler Enzymsysteme. Der Zink- Gesamtbestand des Erwachsenen beträgt etwa 2–3 g. Von Bedeutung ist es im Kohlenhydrat- und im Fettstoffwechsel, sowie als Cofaktor bei der Vitamin A- Synthese.

Zink ist essentiell für die Funktion verschiedener Hormone, wie den Schilddrüsenhormonen, Insulin, Sexualhormonen und Wachstumshormonen. Daneben ist es am Zellwachstum und an der Zelldifferenzierung beteiligt und wird für eine funktionierende Immunabwehr benötigt.

Vorkommen: Austern, Nüsse, Kalbsleber, Käse, Fleisch und Getreidekeime.

Tagesbedarf: Der tägliche Bedarf ist für Erwachsene mit 12-15 mg pro Tag dokumentiert. Kleinkinder und Säuglinge benötigen 5-7mg pro Tag [13].

Mangan

Mangan ist ein essentielles Spurenelement und spielt eine wichtige Rolle für den Aufbau von Knorpel- und Knochengewebe. Zudem ist es an der Bildung und Aktivierung verschiedener Enzyme beteiligt. Für die Synthese und Freisetzung von Insulin ist Mangan ebenfalls erforderlich. Auch für die Herstellung von Melanin und Dopamin wird dieses Spurenelement benötigt. Der Gesamtkörperbestand beträgt etwa 10 bis 40 mg Mangan.

Vorkommen: Mangan ist vor allem in pflanzlichen Lebensmitteln weit verbreitet. Getreide, Reis und Hülsenfrüchte sind gute Manganquellen.

Tagesbedarf: Die DGE empfiehlt für Erwachsene eine Zufuhr von 2-5 mg pro Tag. Mangelerscheinungen wurden bisher nur in wenigen Fällen beschrieben. Toxische Auswirkungen durch eine erhöhte Zufuhr an Mangan sind nicht zu befürchten [13].

Selen

Selen ist ebenfalls ein essentielles Spurenelement und wird hauptsächlich in der Muskulatur gespeichert (13-20 mg). Als Bestandteil einiger Enzyme ist es vor allem für die Entgiftung des Körpers nötig. Zusätzlich ist es auch an der Immunabwehr und der Aktivierung der Schilddrüsenhormone beteiligt.

Der Selengehalt von pflanzlichen Lebensmitteln ist stark vom Anbaugebiet abhängig. Deutschland, Finnland und Dänemark gehören zu den Selen-

Mangel-Gebieten. Ein genauer Bedarf an Selen lässt sich leider nicht berechnen. Die Zufuhrempfehlungen der DGE gehen von 20-100 µg pro Tag aus. Um 100 µg Selen aufzunehmen müsste man täglich etwa 3,3 l Milch trinken oder 12 kg Gemüse verzehren. Eine Ergänzung ist daher von Nutzen, da in der Schwangerschaft und Stillzeit, bei älteren Menschen, Rauchern, Krebspatienten und Menschen mit geschwächtem Immunsystem, ein erhöhter Selenbedarf bestehen kann. Zu erwähnen ist dabei aber auch die toxische Wirkung einer erhöhten Selenzufuhr. Der obere sichere Bereich liegt bei etwa 400 µg/Tag.

Die Folgen eines Mangels an Selen sind noch nicht vollständig erfasst. Leber-, Darm- und Lungenkrebs werden ebenso wie Bluthochdruck und verschiedene Herzkrankheiten mit Selenmangel in Verbindung gebracht. Die in China auftretende "Keshan Disease" steht mit einem Selenmangel in eindeutiger Verbindung und hat bei einer Aufnahme unter 11 µg pro Tag zu zahlreichen Todesfällen geführt [6].

5 Material und Methoden

Die Messung erfolgte mit einem Gerät der Firma Micro Medicals und beruht auf dem Prinzip der Namensgebenden Einheit Free Oxygen Radicals Test (FORT), womit die freien Radikale bestimmt wurden.

Tabelle 2: Form CR3000 MiniLab. Quelle: Micromedical (2010)

Messprinzip	Absorption (Lambert-Beer-Gesetz)
Anzahl der Messzellen	3
Abmessungen der Messzellen	ca. 13x13 mm
Temperatur der Messzellen	37 +/- 0,2°C
Lichtquelle	LED, Leuchtdiode
Wellenlängen□	505 nm
Optischer Weg	1 cm
Display	128x128 Pixel, Touchscreen-Funktion
Testanzahl	Variiert je nach Modell
Schnittstelle	USB
Drucker	Thermografischer Drucker
Gewicht	ca. 1,5 kg (3,31 lbs)
Abmessungen	255 (b) x 273 (l) x 74 (h) mm
Stromzufuhr	100-240 V AC 50-60Hz
Stromverbrauch	max. 45 Watt
Arbeitsbedingungen	15-30°C/59-86°F (Relative Luftfeuchte max. 90%)
Lagerung	08-38°C/46,40-100,40°F (Relative Luftfeuchte max. 95%)
Zertifizierung	CE0344-Kennzeichnung

Messung der freien Radikale (FORT- Messung)

Prinzip:

Der FORT-Test ist ein kolorimetrischer Test, der auf der Fähigkeit der Transitionsmetalle (Eisen), in Anwesenheit vom Hydroperoxiden (ROOH) die Bildung von ROS (Reaktionen 1-2) zu katalysieren, beruht. Die ROS werden darauf chemisch in einem Aminderivat (CrNH_2) gebunden. Dieses Amin reagiert mit den ROS und bildet ein stabiles farbiges Radikal- Kation, welches bei 505 nm gemessen wird. Die Intensität der Farbe ist direkt proportional der ROS Menge.

Reaktionen:

1. $\text{R-OOH} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{RO} + \text{OH}^\cdot + \text{Fe}^{3+}$
2. $\text{R-OOH} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{ROO}^\cdot + \text{H}^+ + \text{Fe}^{2+}$
3. $\text{RO} + \text{ROO}^\cdot + 2 \text{CrNH}_2 \rightarrow \text{ROO}^\cdot + \text{RO}^\cdot + [\text{CrNH}^{2+}]$

Durchführung:

- Die Messung erfolgt mit Kapillarblut, welches aus der Fingerkuppe in eine Kapillare aufgezogen wurde.
- Die Fingerkuppe wurde mit Alkohol desinfiziert.
- Mit Hilfe einer Stechhilfe wurde an der Fingerkuppe punktiert.



Abbildung 3: Durchführung Radikalmessung (a). Quelle: Micromedical (2010)

- Der erste Blutropfen wurde entfernt. Mit der Kapillare wurde die erforderliche Blutmenge von 20 µl entnommen.



Abbildung 4: Durchführung Radikalmessung (b). Quelle: Micromedical (2010)

- Die Blutkapillare wurde in das Eppendorfgefäß mit Reagenzlösung (R2) gegeben.



Abbildung 5: Durchführung Radikalmessung (c). Quelle: Micromedical (2010)

- Die Mikrovette wurde kurz geschwenkt, um das Blut in die Reagenzlösung überzuführen.
- Die Lösung wurde in die quadratische Messküvette gegeben.
- Die Küvette wurde gut geschwenkt um das Reagenz (lyophilisiertes Chromogen) vollständig zu lösen.
- Daraufhin wurde für eine Minute zentrifugiert.

- Die Küvette wurde in den Küvettenschacht des Messgeräts gesteckt und gemessen.



Abbildung 6: FORM Messgerät für Radikalmessung. Quelle: Micromedical (2010)

Referenzwerte: bis 310 FORT U. = 0,26 mg/l H₂O₂

Tabelle 3: Referenzwerte von oxidativem Stress. Quelle: Micromedical (2010)

Allgemeine Evaluierung von oxidativem Stress bei einer Reihe degenerativer Erkrankungen (auf wissenschaftlichen Veröffentlichungen mit dem FORM Messgerät basierend)	
Krankheit	FORT Einheiten
Chronisch venöse Insuffizienz	388
Chronische Bronchitis (milde Form)	338 +/- 42
Mildes Asthma	350
COPD	386 +/- 59
Raucher	340 +/- 52
Lungenkrebs	500 +/- 50
Tumore	496 +/- 92
Einnahme oraler Kontrazeptiva	590 +/- 30
Neugeborene	140 (in 30 ul Nabelschnurblut)

Messung der AOK (FORD- Messung)

Prinzip:

Eine stabile farbige Radikalsubstanz bestimmt die Abnahme der Absorption, welche proportional zur antioxidativen Konzentration der Blutprobe ist. In saurer Umgebung reagiert Eisenchlorid mit einem farblosen Chromogen und bildet ein farbiges Radikalkation, welches wieder bei 505 nm gemessen werden kann. Antioxidative Substanzen in der Blutprobe reduzieren die Radikalkationen des Chromogens. Dies bewirkt - proportional zu ihrer Konzentration - eine Abnahme der Farbe der Lösung.

Durchführung:

Wie bei der Messung der freien Radikale wurde Blut mittels einer Kapillare gewonnen entsprechend Punkt 1 - 4 der FORT-Messung. Bei der FORD-Messung waren allerdings 50 µl erforderlich.



Abbildung 7: Testkit AOK. Quelle: Micromedical (2010)

Bei einer Erstmessung wurde die Absorption des Chromogens gemessen. Erst bei der zweiten Messung wurde die AOK in der Blutprobe gemessen [19].

Referenzwerte: 1,07-1,53 mmol/l Trolox eq.
--

Auswertung

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms Microsoft Excel®, womit vor allem die Fragebögen ausgewertet wurden [20].

Mit Hilfe des Programms GraphPad Prism 5®, wurden die Daten als Scatter- bzw. Balkendiagramm dargestellt [21].

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Student-Newman-Keuls Test (kurz t-Test). Ein Ergebnis mit $p < 0,05$ wurde als signifikant angenommen [22].

6 Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen einer Gesundenuntersuchung wurden bei einem Kollektiv von 208 Probanden die freien Radikale gemessen. Bei Werten über 350 FORT wurde zusätzlich die AOK ermittelt. Da sich nicht alle diesem zweiten Test unterziehen wollten, beläuft sich die Zahl der AOK- Messungen auf nur 20. Die Firma "Micro Medical" hat - wie schon erwähnt - den Grenzwert der freien Radikale mit 310 FORT festgelegt. Da die Werte der Frauen aber prinzipiell höher als die der Männer sind, wurde erst ab einem Wert von 350 FORT vorgeschlagen die AOK zusätzlich zu messen, um Unsicherheiten bei den Probanden zu vermeiden.

Die Messungen erfolgten in Wiener Neustadt, Graz, Wien, Salzburg, Innsbruck, Linz, St. Pölten und Klagenfurt. Alle Personen waren Angestellte eines Betriebes im Alter zwischen 21 und 64 Jahren. Vor der Messung wurden die Probanden gebeten einen Fragebogen auszufüllen, anhand dessen die Auswertung erfolgte. Es wurden folgende Parameter herangezogen:

Einnahme von Obst, Vitaminsäften, AO, grünem Tee und Rotwein. Rauchen, Alkoholkonsum, elektromagnetische Belastungen durch PC und Mobiltelefon, schadstoffreicher Lebensraum, Sport und BMI.

Des Weiteren wurde versucht Unterschiede zwischen den Bundesländern bzw. Städten festzustellen. Am Ende wurde der FORT-Wert gegen den FORD-Wert korreliert.

Von den insgesamt 208 gemessenen Personen, waren 81 Frauen und 127 Männer. 13 der Probandinnen und 17 der Probanden wurden wegen Medikamenteneinnahme oder Krankheiten aus der Analyse ausgeschlossen.

Fragebogen:



Department für Klinische Pharmazie & Diagnostik.
Fakultät für Lebenswissenschaften.
Universität Wien.

**Fragebogen zur Messung
OXIDATIVER STRESS®Uni Wien**

atum: _____

ännlich () weiblich () Alter _____ Körpergröße _____ (cm) Körpergewicht _____ (kg)

ohnort/Bezirk _____

Zutreffendes bitte ankreuzen (x)

) Fragen zur eigenen körperlichen Befindlichkeit:

- Fühlen Sie sich müde und abgeschlagen? ja () nein ()
- Wie oft sind Sie im Jahr erkältet? weniger als 1x () 2-3x () öfter ()
- Sind sie jetzt gerade erkältet bzw. nehmen Sie
gerade Antibiotika? ja () nein ()

.) Fragen zu den persönlichen Lebensgewohnheiten:

- Sind Sie Raucher? ja () nein ()
- Sind Sie dem Passivrauchen ausgesetzt? ja () nein ()
- Trinken Sie regelmäßig Alkohol? ja () nein ()
- Gehen Sie regelmäßig ins Solarium ja () nein ()
- Fliegen Sie regelmäßig? (mind. 1x/Monat) ja () nein ()

.) Fragen zu Ihrer Arbeit/Ihrem Arbeitsplatz:

- Verbringen Sie viel Zeit
vor dem Computer? (mind. 4h/Tag) ja () nein ()
- Telefonieren Sie oft mit dem
Mobiltelefon? (mind. 1h/Tag) ja () nein ()
- Liegt Ihre Wohnung in einer
schadstoffreichen Umgebung ?
(Autoabgase, Industrieabgase)? ja () nein ()

bitte blättern Sie um



Department für Klinische Pharmazie & Diagnostik.



Department für Klinische Pharmazie & Diagnostik.
Fakultät für Lebenswissenschaften.
Universität Wien.

.) Fragen zur Medikamenteneinnahme: bei Bedarf bitte
Präparatenamen angeben!

- Leiden Sie an einer akuten/chronischen Entzündung? ja () nein ()
- Wenn ja, welche Medikamente nehmen Sie ein und wie lange schon?

-
- Nehmen Sie Hormonpräparate ein?
(z.B. Antibabypille, Schilddrüsenpräparate)
 - Wenn ja, welche und wie lange schon?

Nehmen Sie diese Pharmakagruppen ein?

- Herz/Gefäß ja () nein ()
- Blutdruck ja () nein ()
- Antidiabetika (Cholesterinsenker) ja () nein ()
- Wenn ja, welche und wie lange schon?

-
- Wurden Sie in den letzten Wochen geimpft? ja () nein ()

5.) Fragen zur körperlichen Verfassung und zur Ernährung:

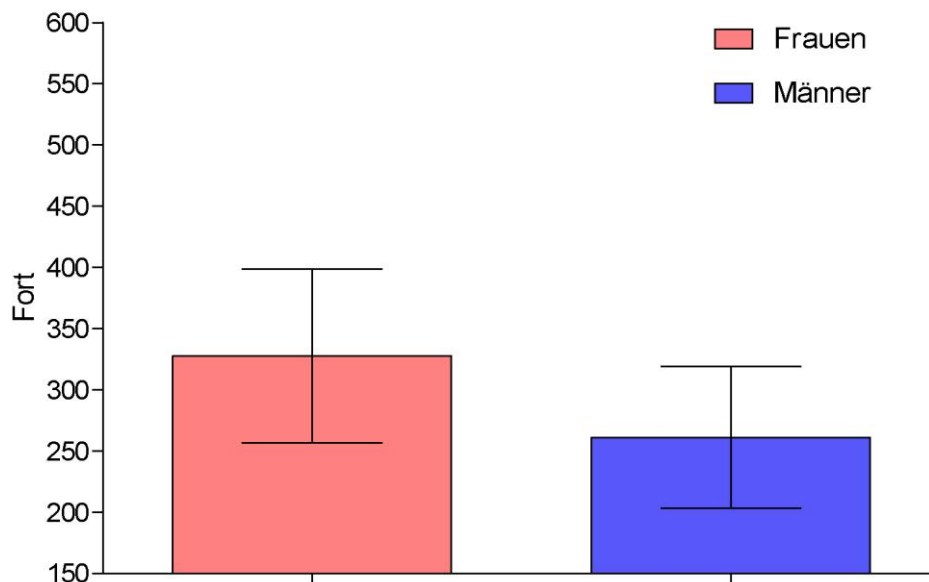
- Betreiben Sie Sport? (mehr als 2x/Woche) ja () nein ()
- Essen Sie täglich Obst oder Gemüse? ja () nein ()
- Trinken Sie Vitaminsäfte? ja () nein ()
- Nehmen Sie regelmäßig „Antioxidantien“
(Vitamin C und Vitamine E etc.) ein? ja () nein ()
- Trinken Sie täglich grünen Tee? ja () nein ()
- Trinken Sie Rotwein? ja () nein ()

Gesamtanzahl der mit „ja“ beantworteten Fragen: _____

Gesamtanzahl der mit „nein“ beantworteten Fragen: _____

Ihr Messergebnis/Messwert: _____ FORT
_____ mmol/l TROLOX

Frauen vs. Männer



Unpaired t test	
P value	P<0.0001
P value summary	***
Are means signif. different? (P < 0.05)	Yes
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=6.823 df=176
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	327.6 ± 8.617 N=68
Mean ± SEM of column B	261.0 ± 5.516 N=110
Difference between means	66.53 ± 9.750
95% confidence interval	47.42 to 85.64
R squared	0.2092

Abbildung 8: FORT Werte Frauen vs. Männer (a). Quelle: Verfasser (2010)

Der Mittelwert der freien Radikale betrug bei den Frauen 327,6 FORT mit einem Standardfehler (SEM) von 8,6 und 261 FORT +/- 5,5. Somit beträgt die Differenz zwischen den Geschlechtern 66,5 +/- 9,8 FORT.

Frauen vs. Männer

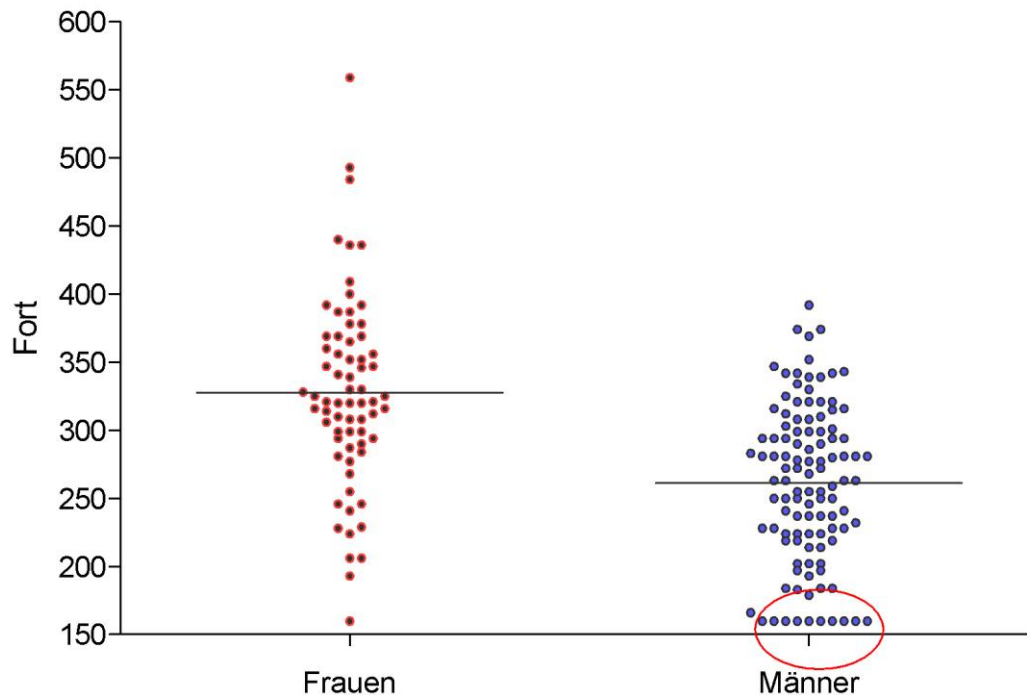


Abbildung 9: FORT Werte Frauen vs. Männer (b). Quelle: Verfasser (2010)

Vor allem bei den jungen Männern liegt der Wert der freien Radikale häufiger in der Nähe des unteren Grenzwertes, also bei 160 FORT. Des Weiteren wurden die Lebensgewohnheiten mit Hilfe eines Fragebogens ausgewertet. Aufgrund der signifikanten Unterschiede der Werte zwischen männlichen und weiblichen Probanden, erscheint es sinnvoll, die Werte der Geschlechter unabhängig voneinander zu bewerten.

Tabelle 4: Liste Frauen Wiener Neustadt und Graz, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergröße	Gewicht	BMI	Fort	Ford	wie oft erkältet/ Jahr	Raucher	regelm. Alkohol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffreiche Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Wiener Neustadt																								
1	w	36	165	62	23	360	0,98	unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
2	w	44	165	54	20	341		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein		ID
3	w	47	177	84	27	346	1,19	unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
4	w	52	162	55	21	306		2-3x	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein		ID
5	w	45	168	60	21	314		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein		ID
6	w	54	176	55	18	300	1,21	2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	erkältet + hatte Fieber	AD
7	w	51	164	69	26	346		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	Metoprolol		AD
Graz																								
1	w	54	161	56	22	284		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
2	w	42	162	58	22	310		unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein		ID
3	w	42	157	48	19	287		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein		ID
4	w	32	173	58	19	328		unter 2x	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
5	w	30	158	52	21	229		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD

Tabelle 5: Liste Frauen Wien, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergröße	Gewicht	BMI	Fort	Ford	wie oft erkälte/ Jahr	Raucher	regelm. Alkohol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffreiche Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate		Sonstiges	
Wien																									
1	w	33	154	103	43	387		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein			ID
2	w	36	176	110	36	268		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein			ID
3	w	20	160	52	20	392	1,15	2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein			ID
4	w	40	168	84	30	277		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein			ID
5	w	40	159	53	21	206		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ne	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein			ID
6	w	43	157	65	26	347		unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein			ID
7	w	45	169	82	29	356		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein			ID
8	w	47	175	62	20	400		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Mefenaminsre	Kieferoperation	ID	
9	w	48	174	70	23	409	0,98	öfter	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein			ID
10	w	36	168	60	21	347		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein			ID
11	w	44	169	78	27	352		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein			ID
12	w	37	164	57	21	316		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein			ID
13	w	40	168	63	22	290		2-3x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein			ID
14	w	24	165	60	22	347		2-3x	ja	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Etilefrin Hcl			ID
15	w	36	163	76	29	467	1,4	unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	Infektion	ID	
16	w	45	163	57	21	418	0,49	2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Insulin	Erkältet	ID	
17	w	46	168	66	23	330		unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	Salmeterol			ID
18	w	22	170	68	24	436		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein			ID
19	w	30	170	55	19	206		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein			ID
20	w	29	177	110	35	352		öfter	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein			ID
21	w	33	163	75	28	320		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein			ID
22	w	42	164	75	28	387	1,15	unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein			AD
23	w	40	169	63	22	400	1,17	öfter	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein			ID
24	w	35	163	66	25	224		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein			ID
25	w	46	154	65	27	436		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein			ID
26	w	40	172	72	24	308		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein			ID
27	w	43	172	56	19	160		unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein			AD
28	w	29	162	60	23	308		unter 2x	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein			AD
29	w	50	165	75	28	228		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein			AD
30	w	64	160	83	32	246		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein			AD

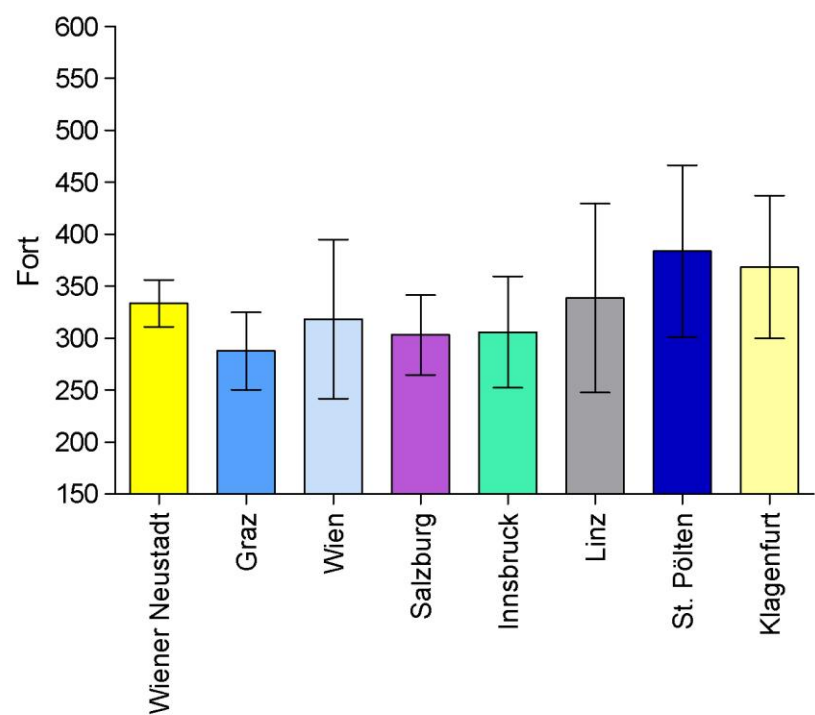
Tabelle 6: Liste Frauen Salzburg, Innsbruck, Linz, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergröße	Gewicht	BMI	Fort	Ford	wie oft erkältet/ Jahr	Raucher	regelm. Alkohol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffreiche Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Salzburg																								
1	w	47	176	73	24	320		unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
2	w	42	173	64	21	246		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein		ID
3	w	40	169	50	18	316		unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
4	w	46	176	88	28	330		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		ID
5	w	43	162	51	19	330		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein	Ergovarsan	FSME-Impfung	AD
Innsbruck																								
1	w	39	163	53	20	193		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein		AD
2	w	36	173	56	19	294		unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD
3	w	38	163	75	28	339		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		ID
4	w	38	159	58	23	320		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein		ID
5	w	43	160	65	25	378		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
6	w	52	159	57	23	321		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
7	w	48	167	74	28	365		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
8	w	35	169	60	21	299		unter 2x	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
9	w	40	168	54	19	294		öfter	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
10	w	28	181	63	19	255		2-3x	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
Linz																								
1	w	33	160	59	23	299		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	Hepatitis-Impfung	ID
2	w	55	170	110	38	308		unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	Lisinopril		AD
3	w	43	160	72	28	281		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
4	w	52	168	62	22	392		unter 2x	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
5	w	45	174	76	25	241		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
6	w	42	180	82	25	493	0,77	unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
7	w	33	175	60	20	325		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja		AD
8	w	39	170	60	21	343		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	Ibuprofen	Hepatitis-Impfung	AD

Tabelle 7: Liste Frauen St. Pölten und Klagenfurt, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergrösse	Gewicht	BMI	Fort	Ford	wie oft erkältet/ Jahr	Raucher	regelm. Alkohol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffreiche Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
St. Pölten																								
1	w	52	155	59	25	352		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Bisoprolol		ID
2	w	52	160	79	31	400	0,92	2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	chron. Entzündung	AD
3	w	51	155	53	22	299		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
4	w	38	166	80	29	369		unter 2x	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
5	w	53	184	77	23	559		2-3x	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
6	w	42	170	85	29	325		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
7	w	40	176	68	22	330		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja		AD
8	w	53	163	67	25	369		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
9	w	40	181	76	23	440		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		ID
10	w	48	158	55	22	378		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	FSME-Impfung	ID
Klagenfurt																								
1	w	44	166	58	21	440		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	Morbus Bechterew	AD
2	w	51	176	74	24	369		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
3	w	35	167	66	24	312		öfter	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
4	w	22	164	49	18	356		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
5	w	50	172	68	23	321		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein		ID
6	w	46	160	60	23	484	1,16	2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	FSME-Impfung	AD

Bundesländervergleich Frauen



	Wiener Neustadt	Graz	Wien	Salzburg	Innsbruck	Linz	St. Pölten	Klagenfurt
Number of values	5	5	25	4	10	6	8	5
Minimum	306.0	229.0	160.0	246.0	193.0	241.0	299.0	312.0
25% Percentile	310.0	256.5	257.0	263.5	284.3	271.0	326.3	316.5
Median	341.0	287.0	320.0	318.0	309.5	312.0	369.0	356.0
75% Percentile	353.0	319.0	387.0	327.5	345.5	417.3	424.5	426.5
Maximum	360.0	328.0	436.0	330.0	378.0	493.0	559.0	484.0
Mean	333.4	287.6	318.3	303.0	305.8	338.5	383.6	368.4
Std. Deviation	22.65	37.35	76.55	38.45	53.63	90.87	82.69	68.82
Std. Error	10.13	16.71	15.31	19.23	16.96	37.10	29.24	30.78

Abbildung 10: Bundesländervergleich Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Frauen die Medikamente einnahmen bzw. Krankheiten hatten, oder erst kürzlich von einer Infektion mit Antibiotika- Einnahme genesen waren, wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Die Mittelwerte betrugen daher: in Wiener Neustadt (N=5) 333, in Graz (N=5) 288, in Wien (N=25) 318, in Salzburg (N=4) 303, in Innsbruck (N=10) 306, in Linz (N=6) 339, in St. Pölten (N=8) 384 und in Klagenfurt (N=5) 368 FORT.

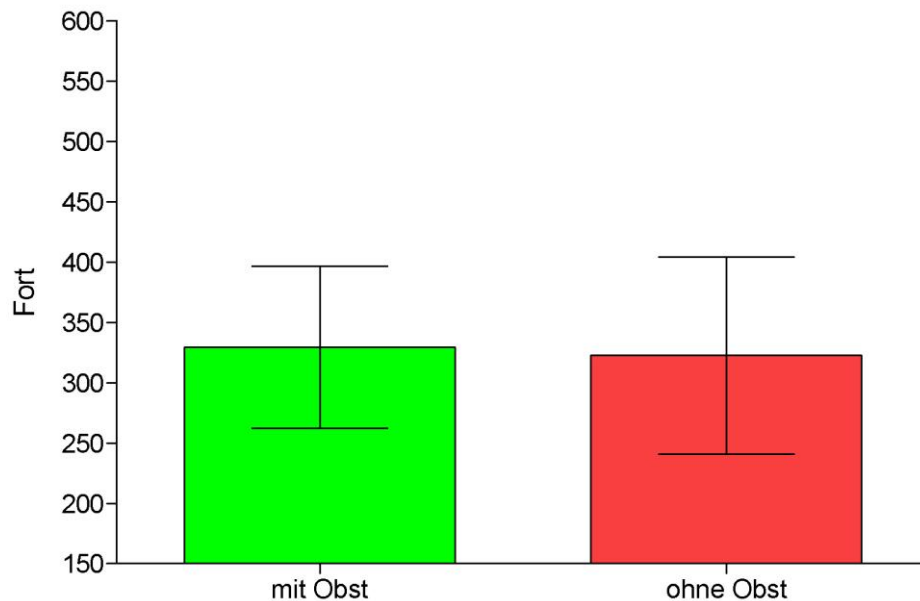
Signifikante Unterschiede laut t-Test gibt es zwischen Wiener Neustadt und Graz ($p < 0,0471$), Graz und St. Pölten ($p < 0,0342$), Wien und St. Pölten ($p < 0,0477$) und Innsbruck und St. Pölten, mit der größten Signifikanz mit $p < 0,028$.

Aus dem Graphen ist gut ersichtlich, dass der Mittelwert in St. Pölten am größten ist, was vor allem am Maximumwert mit 559 FORT liegt. Auch in Klagenfurt waren die Werte höher als in den östlichen Bundesländern.

Nun wurden die schon genannten Parameter bzw. Lebensgewohnheiten herangezogen, um deren Auswirkungen auf den FORT-Wert zu analysieren.

Einfluss von Obst auf die freien Radikale

Von 68 Probandinnen gaben 49 an täglich Obst zu essen, 19 davon verneinten die Frage. Wie aus dem Graph ersichtlich ist, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

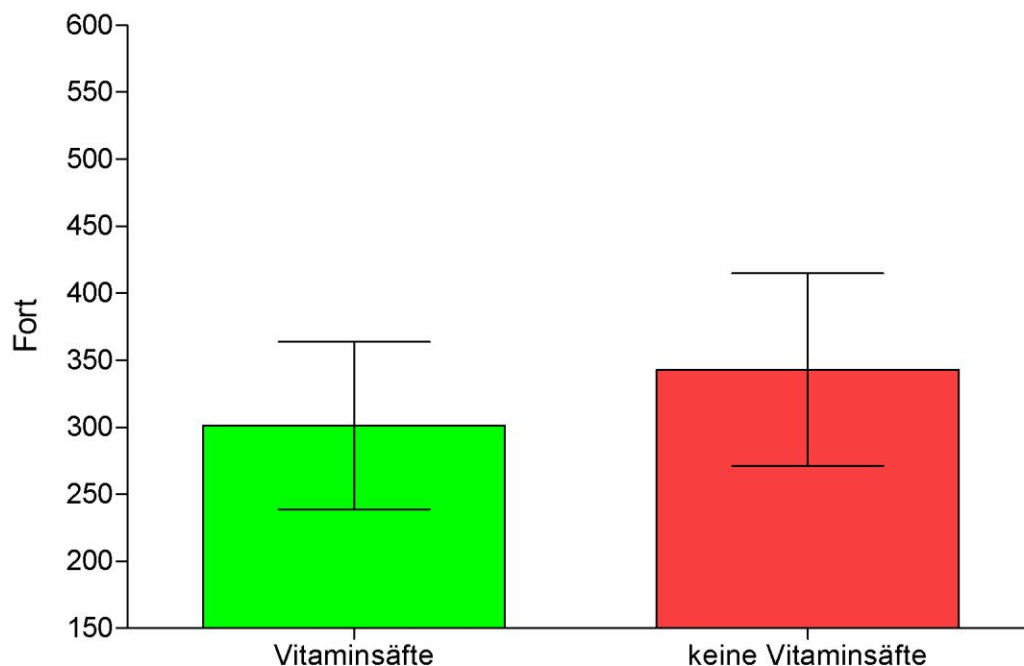


Unpaired t test	
P value	0.7239
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.3548 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	329.5 ± 9.612 N=49
Mean ± SEM of column B	322.6 ± 18.76 N=19
Difference between means	6.858 ± 19.33
95% confidence interval	-31.77 to 45.48
R squared	0.001903

Abbildung 11: Einfluss von Obst bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Vitaminsäften auf die freien Radikale

Eine weitere Frage war, ob die Probandinnen täglich Vitaminsäfte zu sich nahmen. 25 bejahten und 43 verneinten diese Frage. Der Mittelwert der ersten Gruppe beträgt 301 FORT, der der zweiten 342 FORT, womit ein signifikanter Unterschied besteht ($p < 0,0181$).



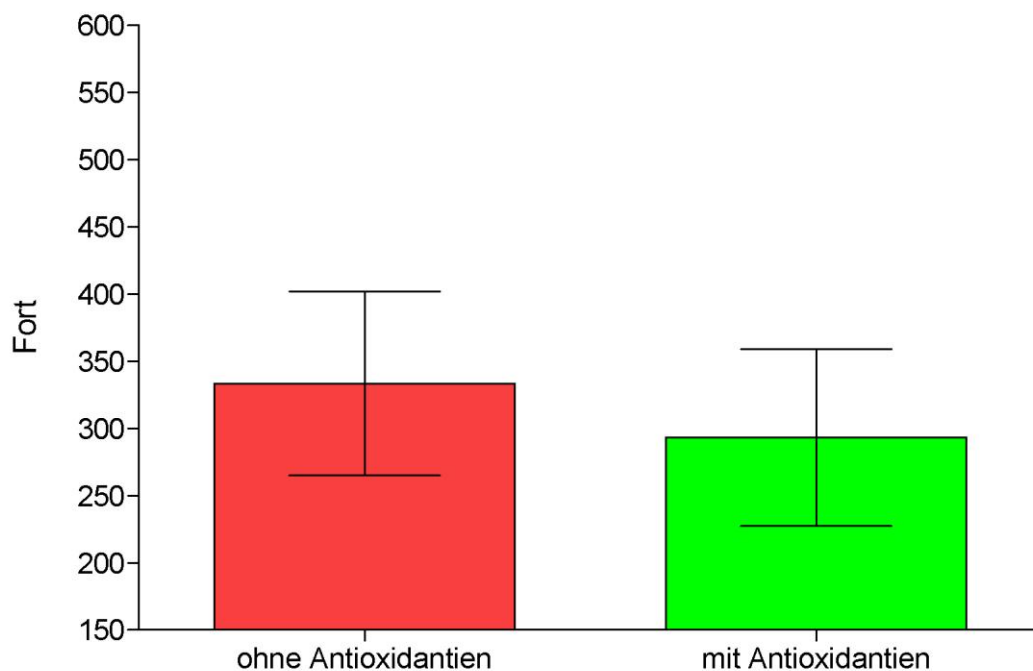
Unpaired t test	
P value	0.0181
P value summary	*
Are means signif. different? (P < 0.05)	Yes
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=2.424 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	301.1 ± 12.48 N=25
Mean ± SEM of column B	343.0 ± 10.97 N=43
Difference between means	-41.83 ± 17.26
95% confidence interval	-76.31 to -7.358
R squared	0.08177

Abbildung 12: Einfluss von Vitaminsäften bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Antioxidantien auf die freien Radikale

Die Probandinnen mussten angeben, ob sie AO zu sich nehmen.

14 Frauen gaben an keine AO einzunehmen, 54 der Frauen bejahten die Frage. Obwohl der t-Test mit einem p-Wert von 0,0531 knapp keinen signifikanten Unterschied ergab, ist aus dem Graphen ersichtlich, dass sich die AO-Einnahme positiv auf den FORT- Wert auswirkt.

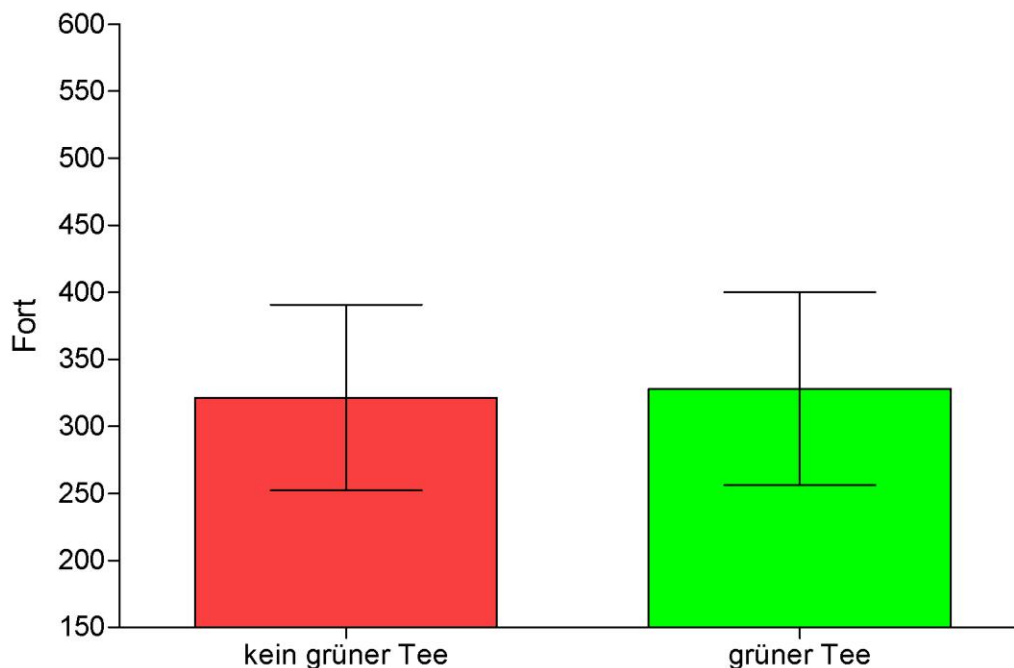


Unpaired t test	
P value	0.0531
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.969 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	293.2 ± 17.60 N=14
Mean ± SEM of column B	333.4 ± 9.328 N=54
Difference between means	-40.17 ± 20.40
95% confidence interval	-80.94 to 0.5875
R squared	0.05549

Abbildung 13: Einfluss von AO bei Frauen Quelle: Verfasser 2010

Einfluss von grünem Tee und Rotwein auf die freien Radikale

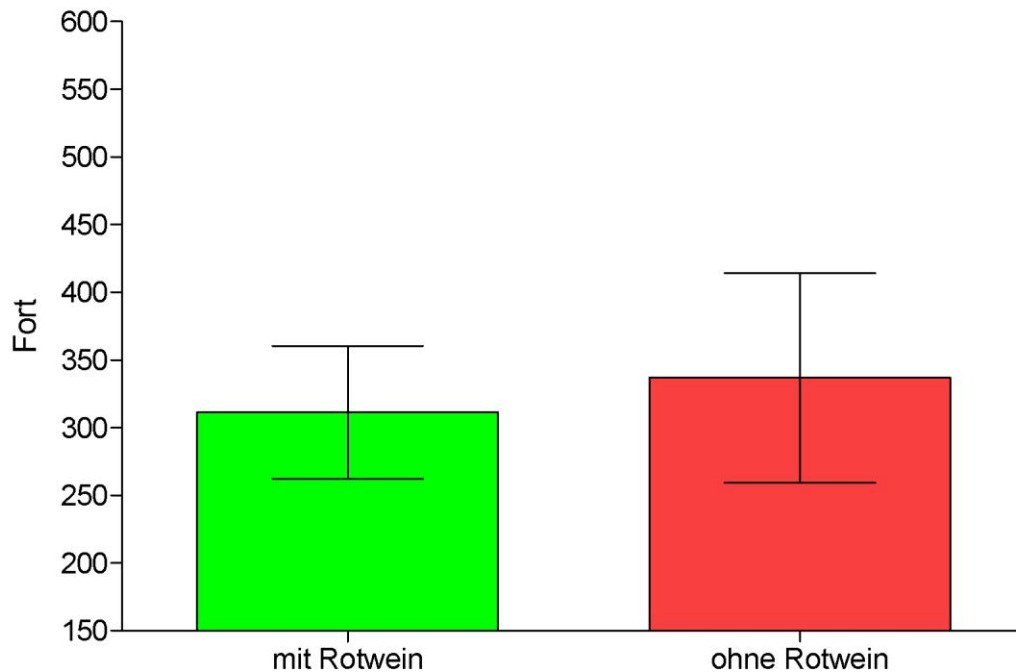
Zwischen den Frauen die regelmäßig grünen Tee tranken und denen die keinen konsumierten, ließ sich kein signifikanter Unterschied erkennen.



Unpaired t test	
P value	0.8283
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.2177 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	321.5 ± 28.25 N=6
Mean ± SEM of column B	328.2 ± 9.114 N=62
Difference between means	-6.661 ± 30.60
95% confidence interval	-67.80 to 54.48
R squared	0.0007175

Abbildung 14: Einfluss von Grünem Tee bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Ebenso keine große Differenz ergab der Konsum bzw. Nichtkonsum von Rotwein, obwohl hier- im Gegensatz zu dem vorigen Graphen, ein kleiner Unterschied ersichtlich ist.

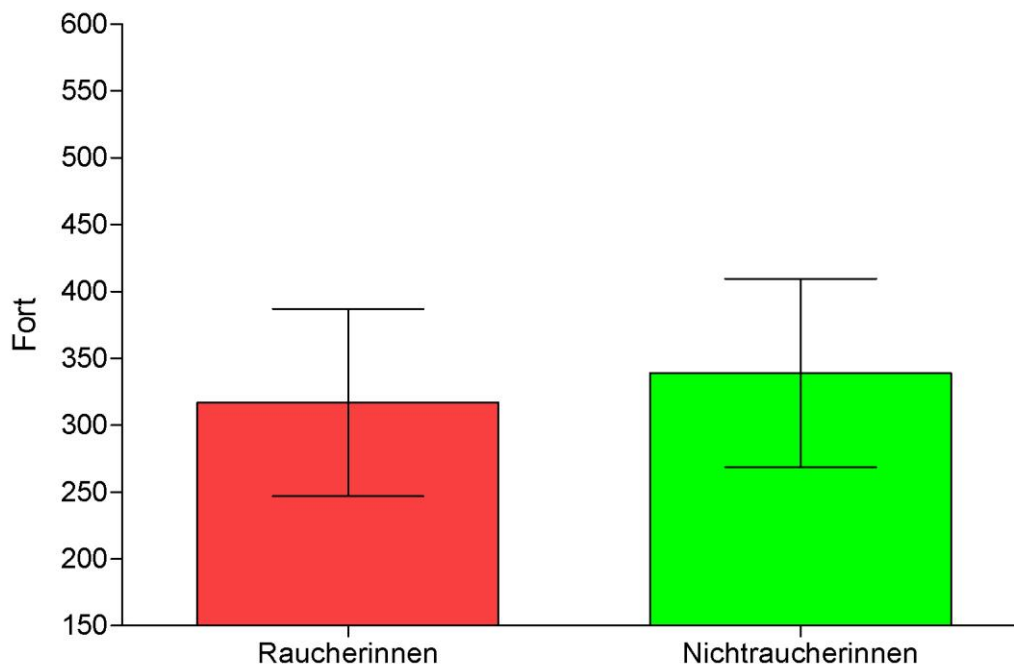


Unpaired t test	
P value	0.1706
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.385 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	311.4 ± 10.70 N=21
Mean ± SEM of column B	336.8 ± 11.28 N=47
Difference between means	-25.45 ± 18.37
95% confidence interval	-62.15 to 11.25
R squared	0.02826

Abbildung 15: Einfluss von Rotwein bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

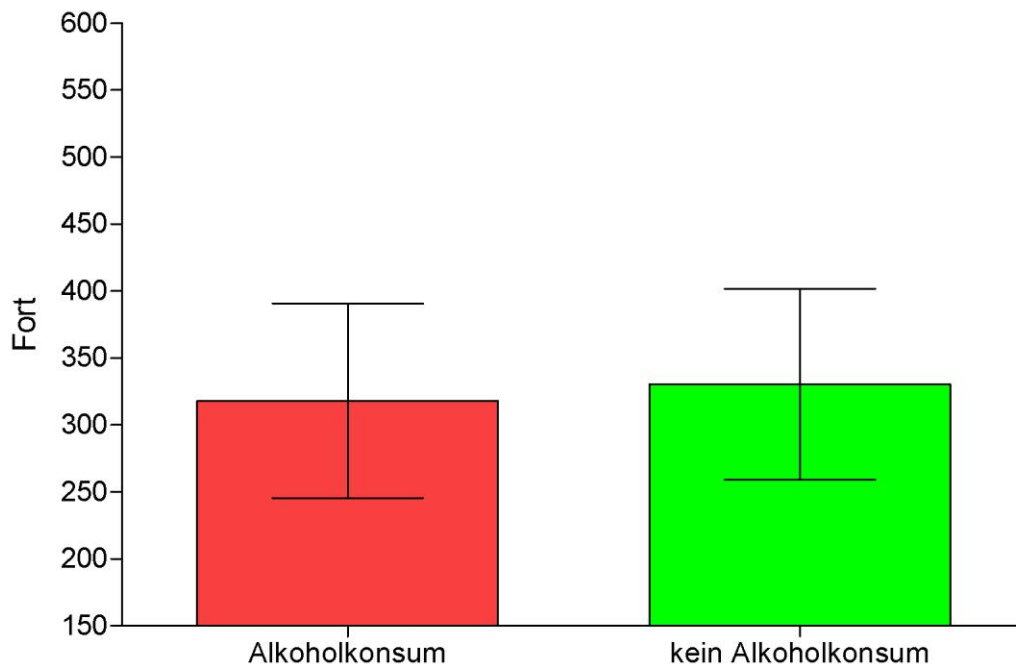
Einfluss von Rauchen und Alkohol auf die freien Radikale:

Auch bei den Parametern Rauchen und Alkohol waren keine signifikanten Unterschiede ersichtlich.



Unpaired t test	
P value	0.1917
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.319 df=67
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	316.9 ± 11.85 N=35
Mean ± SEM of column B	339.1 ± 12.05 N=34
Difference between means	-22.29 ± 16.90
95% confidence interval	-56.05 to 11.47
R squared	0.02530

Abbildung 16: Einfluss von Rauchen bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

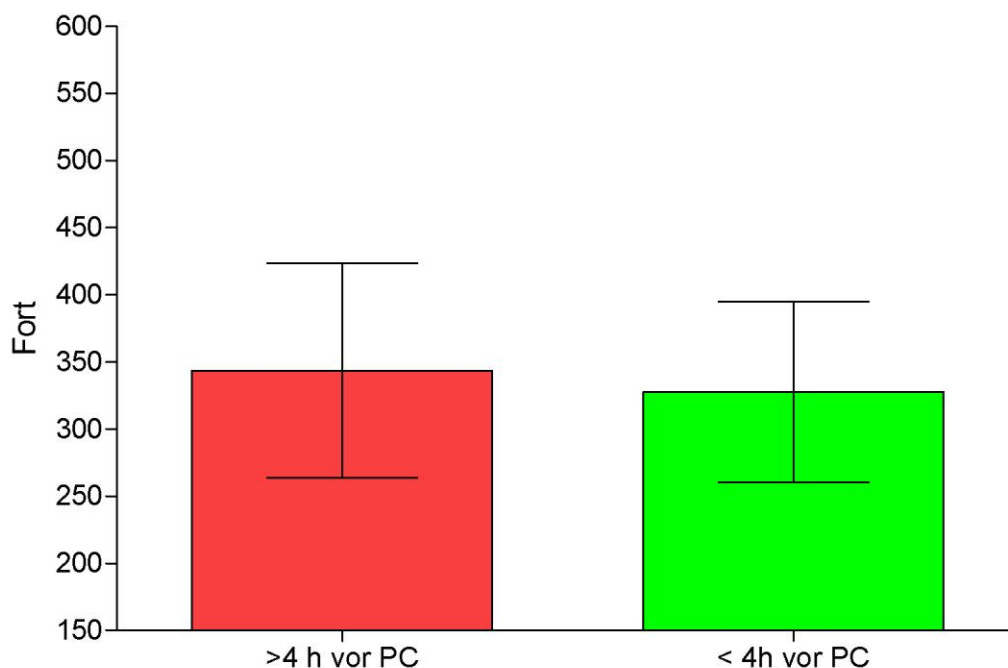


Unpaired t test	
P value	0.5585
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.5881 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	318.0 ± 18.76 N=15
Mean ± SEM of column B	330.3 ± 9.763 N=53
Difference between means	-12.28 ± 20.88
95% confidence interval	-54.01 to 29.44
R squared	0.005214

Abbildung 17: Einfluss von Alkohol bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

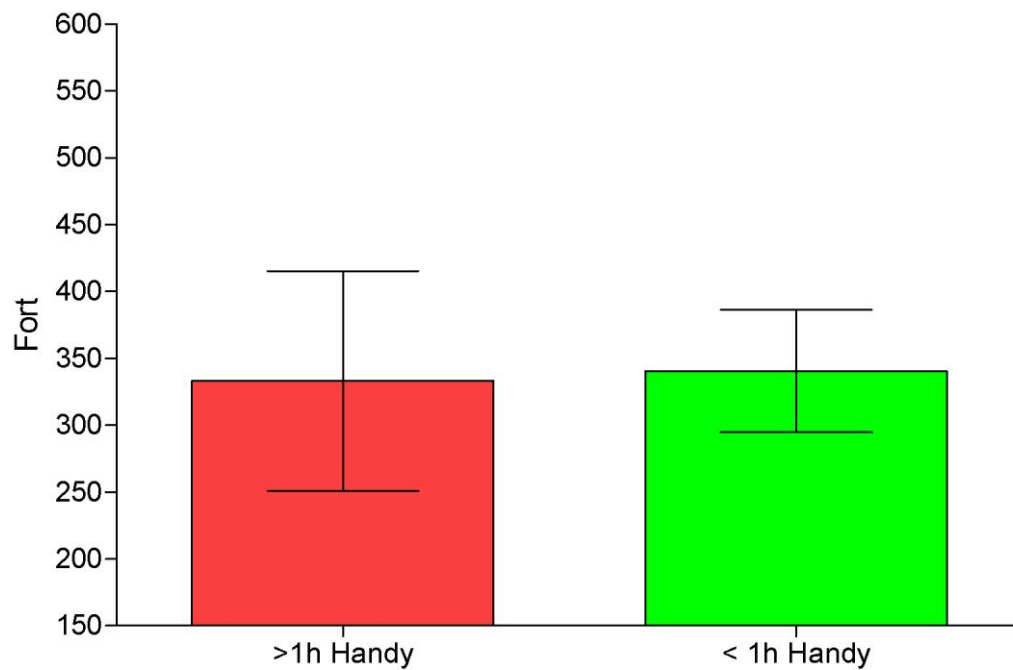
Einfluss von elektromagnetischer Strahlung auf die freien Radikale

Bei der Untersuchung der Auswirkungen von elektromagnetischer Strahlung auf den OS, gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.



Unpaired t test	
P value	0.4021
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.8424 df=78
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	343.5 ± 10.58 N=57
Mean ± SEM of column B	327.6 ± 14.01 N=23
Difference between means	15.92 ± 18.90
95% confidence interval	-21.76 to 53.59
R squared	0.009016

Abbildung 18: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von PC bei Frauen.
Quelle: Verfasser (2010)



Unpaired t test	
P value	0.6537
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.4506 df=70
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	333.2 ± 13.00 N=40
Mean ± SEM of column B	340.5 ± 8.076 N=32
Difference between means	-7.319 ± 16.24
95% confidence interval	-39.75 to 25.11
R squared	0.002892

Abbildung 19: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von Handy bei Frauen.
 Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Übergewicht auf die freien Radikale

Die Probandinnen wurden gebeten Gewicht und Körpergröße anzugeben, wodurch es möglich war den Body Maß Index (BMI) zu errechnen. Ein Wert von 18-25 wird als Normalgewicht betrachtet. Werte zwischen 26-30 bedeuten, dass der Proband an Übergewicht leidet, bei Werten über 30 spricht man von Adipositas.

Bei der Auswertung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen normalgewichtigen, übergewichtigen und adipösen Probandinnen.

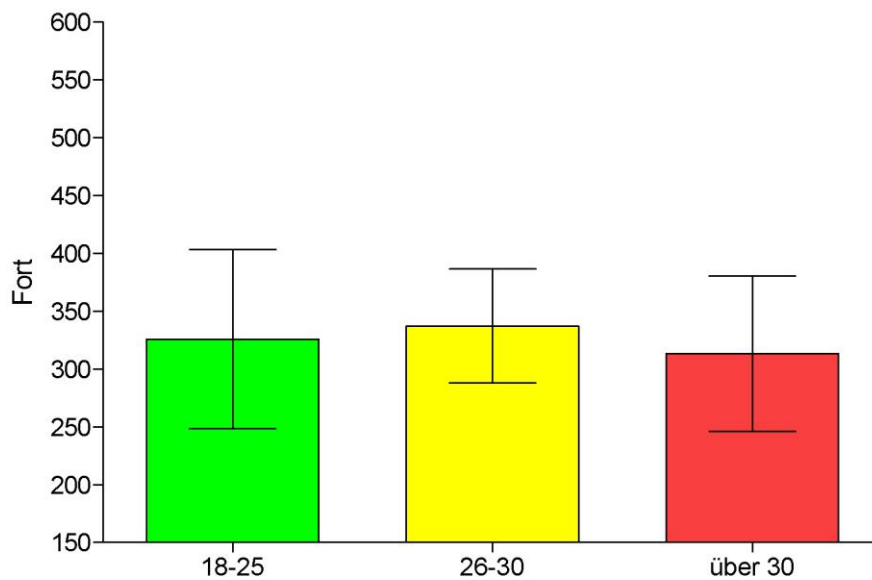


Abbildung 20: Einfluss von Übergewicht bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Sport auf die freien Radikale:

Eine weitere Frage war, ob die Probandinnen mehr oder weniger als zwei Mal die Woche Sport betreiben und auch hier war kein Unterschied erkennbar.

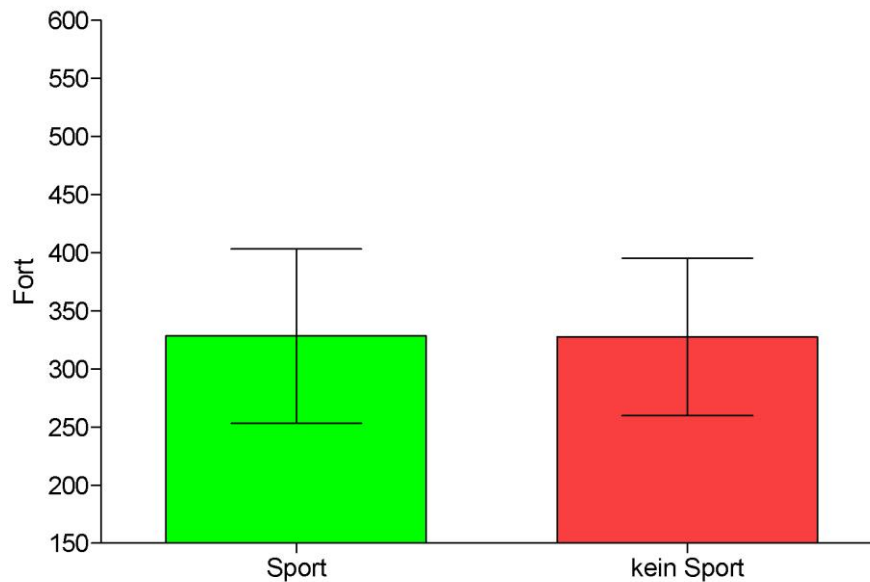
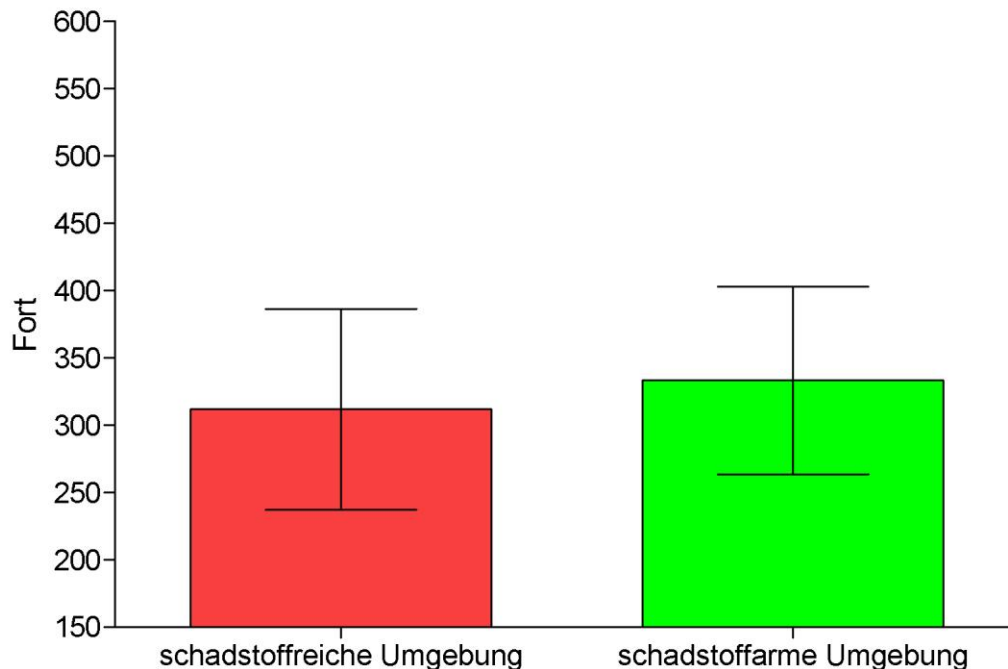


Abbildung 21: Einfluss von Sport bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von schadstoffbelasteter Umgebung auf die freien Radikale:

Ebenso bei schadstoffbelasteter Umgebung war keine Erhöhung der Werte ersichtlich.



Unpaired t test	
P value	0.2764
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.098 df=66
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	311.8 ± 17.57 N=18
Mean ± SEM of column B	333.2 ± 9.853 N=50
Difference between means	-21.41 ± 19.50
95% confidence interval	-60.37 to 17.56
R squared	0.01793

Abbildung 22: Einfluss von schadstoffbelasteter Umgebung bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Die Auswertung der männlichen Probanden erfolgte auf die gleiche Weise, wie die der Frauen.

In Wiener Neustadt wurden 9, in Graz 10, in Wien 42, in Salzburg 14, in Innsbruck und Linz je 11, in St. Pölten 19 und in Klagenfurt 11 Probanden gemessen. Es wurden dieselben Parameter herangezogen und wieder mittels t-Test analysiert. Im Anschluss an die Analyse der Lebensgewohnheiten, wurde wieder ein Bundesländervergleich vorgenommen. In diesem ist – wie bei den Frauen- ersichtlich, dass die Werte der Probanden aus St. Pölten deutlich höher sind, als die der anderen Bundesländer.

Tabelle 8: Liste Männer Wiener Neustadt und Graz, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergrösse	Gewic ht	BM I	Fort	Ford	wie oft erkälte/ Jahr	Raucher	regelm. Alko hol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffbelastete Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Wiener Neustadt																								
1	m	35	172	80	27	214		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
2	m	22	174	105	34	310		unter 2x	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
3	m	38	176	103	33	280		öfter	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
4	m	35	190	82	23	224		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
5	m	40	173	93	31	179		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein		AD
6	m	35	178	82	26	283		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
7	m	52	176	78	25	342		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
8	m	38	178	90	28	160	0,62	2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD
9	m	34	189	102	29	184	1,08	unter 2x	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
Graz																								
1	m	44	180	68	21	436	1,15	2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	Paracetamol	erkältet	ID
2	m	45	171	65	22	342	1,25	unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein		ID
3	m	49	178	84	27	202		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
4	m	39	179	84	26	278		unter 2x	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
5	m	35	178	85	27	214		unter 2x	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
6	m	44	181	85	26	301		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein		AD
7	m	60	175	76	25	342		unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein		AD
8	m	28	178	64	20	160		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD
9	m	36	183	93	28	183		öfter	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
10	m	21	185	83	25	250		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD

Tabelle 9: Liste Männer Wien, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergröße	Gewicht	BMI	Fort	Ford	wie oft erkältet/ Jahr	Raucher	regelm. Alko hol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffbelastete Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Wien																								
1	m	54	173	62	21	334		unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja			ID
2	m	55	179	75	23	259		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		ID
3	m	34	184	90	27	263		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein		ID
4	m	55	179	78	24	160		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
5	m	46	175	90	29	160		unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein		ID
6	m	46	193	120	32	224		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	Tetanus + FSME -Impf	ID
7	m	45	183	87	26	343		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein		ID
8	m	21	180	65	20	224		öfter	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		ID
9	m	44	187	81	23	281		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
10	m	20	178	79	25	241		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		ID
11	m	55	180	100	31	315		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
12	m	42	180	79	24	294		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		ID
13	m	43	180	95	29	237		unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	FSME-Impfung	AD
14	m	35	178	78	25	294		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein		ID
15	m	32	178	78	25	281		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
16	m	25	206	116	27	184		unter 2x	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		ID
17	m	40	188	97	27	281		unter 2x	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD
18	m	38	176	79	26	330		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein		ID
19	m	35	184	85	25	160		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein		ID
20	m	40	176	95	31	232		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	FSME-Impfung	ID
21	m	32	179	83	26	272		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein		ID
22	m	36	180	82	25	237		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein		ID
23	m	41	179	88	27	255		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
24	m	24	174	84	28	306		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein		ID
25	m	41	181	80	24	226		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
26	m	52	181	93	28	266		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Antibiotika	Zahnbehandlung	AD
27	m	54	184	120	35	202		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein		AD
28	m	43	183	88	26	237		unter 2x	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
29	m	39	177	70	22	219	1,48	unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
30	m	26	177	75	24	219		unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
31	m	21	179	70	22	277		öfter	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
32	m	35	189	82	23	263		öfter	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein		ID
33	m	40	178	77	24	268		unter 2x	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein		AD
34	m	40	179	79	25	202		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
35	m	41	177	87	28	160		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein		AD
36	m	47	173	125	41	489	0,25	2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Insulin		AD
37	m	29	186	88	25	237		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		ID
38	m	35	171	78	27	272		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Asthma	AD
39	m	29	170	90	31	226		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein		AD
40	m	29	182	74	22	160		öfter	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
41	m	42	182	60	18	339		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
42	m	55	177	97	31	347		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD

Tabelle 10: Liste Männer Salzburg und Innsbruck, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region		Geschlecht	Alter	Körpergrösse	Gewic ht	BM I	Fort	Ford	wie oft erkälte/ Jahr	Raucher	regelm. Alko hol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffbelastete Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Salzburg																									
1	m	51	186	88	25	263			öfter	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein		ID
2	m	22	177	67	21	339			2-3x	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein		AD
3	m	54	193	97	26	250			unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD
4	m	49	183	104	31	160			unter 2x	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
5	m	40	183	90	27	294			öfter	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein		AD
6	m	43	173	72	24	246			2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
7	m	54	168	80	28	197			unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	FSME-Impfung	AD
8	m	24	178	74	23	294			2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
9	m	36	176	79	26	352			unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
10	m	24	182	84	25	250			öfter	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
11	m	25	189	84	24	290			unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
12	m	34	181	84	26	378	1,67		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	Ibuprofen		AD
13	m	41	187	135	39	316			unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein		AD
14	m	27	187	92	26	228			unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
Innsbruck																									
1	m	42	172	97	33	197			unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein		AD
2	m	25	187	76	22	228			unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
3	m	26	175	66	22	312			unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD
4	m	38	171	96	33	193			unter 2x	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
5	m	50	174	70	23	299			unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	Bisoprolol	AD
6	m	52	178	74	23	202			2-3x	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Salmeterol	AD
7	m	43	181	78	24	321			2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
8	m	46	181	80	24	241			unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
9	m	33	182	83	25	250			unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
10	m	53	174	132	44	308			unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein		AD
11	m	33	188	136	38	184			unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	FSME-Impfung	AD

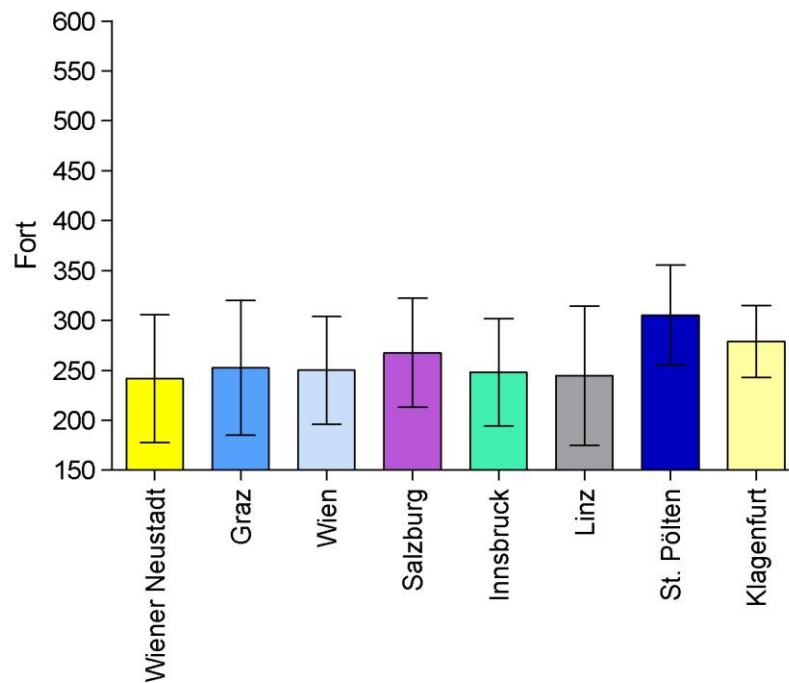
Tabelle 11: Liste Männer Linz und St. Pölten, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergröße	Gewic ht	BM I	Fort	Ford	wie oft erkälte/ Jahr	Raucher	regelm. Alko hol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffbelastete Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Linz																								
1	m	39	190	96	27	281		öfter	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
2	m	45	177	87	28	321		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein		AD
3	m	38	168	68	24	290		unter 2x	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
4	m	42	180	87	27	160		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein		ID
5	m	23	185	110	32	299		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
6	m	48	176	78	25	422	0,25	unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	Krebs	AD
7	m	56	181	120	37	224		unter 2x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	Acecomb, Dilatrend,	Monoxibebe, Amlodipin	AD
8	m	59	170	97	34	193		unter 2x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	Simvastatin		ID
9	m	47	192	78	21	160		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
10	m	40	185	86	25	281		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein		AD
11	m	46	178	76	24	166		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
St. Pölten																								
1	m	54	168	84	30	334		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Metformin	Indapamid	AD
2	m	40	183	78	23	369		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		ID
3	m	45	187	98	28	281		2-3x	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
4	m	38	170	69	24	392		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	Aspirin	erkältet	AD
5	m	27	185	90	26	392		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
6	m	32	174	90	30	321		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
7	m	46	180	94	29	286		unter 2x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
8	m	47	175	84	27	277		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		AD
9	m	40	178	90	28	374		2-3x	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
10	m	36	169	97	34	255		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein		AD
11	m	57	178	104	33	321		unter 2x	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
12	m	29	173	80	27	294		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
13	m	44	173	102	34	334		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	Alprazolam	Paroxetin	AD
14	m	34	184	72	21	303		2-3x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
15	m	51	170	73	25	299		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein		AD
16	m	51	185	113	33	250		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
17	m	44	182	94	28	272		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein		AD
18	m	38	170	88	30	374		öfter	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
19	m	29	185	135	39	219		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein		AD

Tabelle 12: Liste Männer Klagenfurt, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Region	Geschlecht	Alter	Körpergrösse	Gewic ht	BM I	Fort	Ford	wie oft erkälte/ Jahr	Raucher	regelm. Alko hol	regelm. Solarium	fliegt mehr als 1x / Monat	>4h Computer/ Tag	>1h Mobiltelefon/ Tag	schadstoffbelastete Umgebung	>2x Sport/ Woche	Obst tägl.	Vitaminsäfte	Antioxidantien	Grüner Tee	Rotwein	Präparate	Sonstiges	
Klagenfurt																								
1	m	40	175	68	22	316		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	Allopurinol		AD
2	m	38	172	67	23	325		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
3	m	28	190	80	22	263		unter 2x	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein		AD
4	m	30	179	89	28	255		unter 2x	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
5	m	34	185	100	29	272		öfter	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD
6	m	45	178	105	33	259		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ASS	Fluvastatin	AD
7	m	52	174	81	27	299		2-3x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	Colestyramin	Ezetimib	AD
8	m	28	172	70	24	316		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		AD
9	m	21	183	75	22	224		unter 2x	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein		ID
10	m	57	176	86	28	312		2-3x	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ASS	Atorvastatin, Carvedilol	AD
11	m	25	185	98	29	299		öfter	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein		AD

Bundesländervergleich Männer

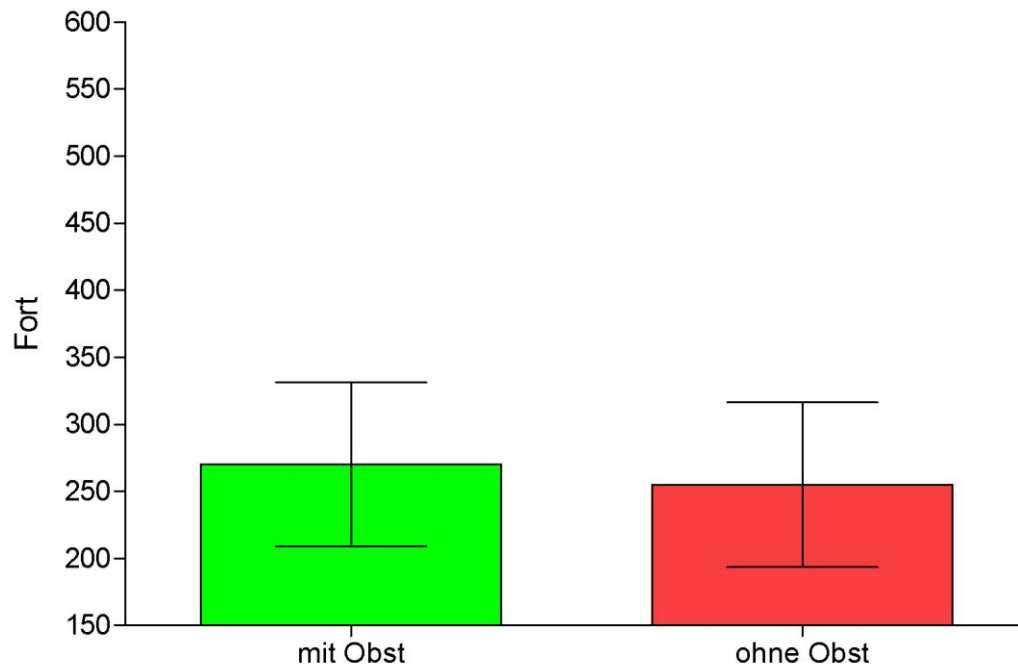


	Wiener Neustadt	Graz	Wien	Salzburg	Innsbruck	Linz	St. Pölten	Klagenfurt
Number of values	9	9	39	13	9	8	16	7
Minimum	160.0	160.0	160.0	160.0	184.0	160.0	219.0	224.0
25% Percentile	181.5	192.5	219.0	237.0	195.0	161.5	273.3	255.0
Median	224.0	250.0	241.0	263.0	241.0	281.0	296.5	272.0
75% Percentile	296.5	321.5	281.0	305.0	310.0	296.8	357.0	316.0
Maximum	342.0	342.0	347.0	352.0	321.0	321.0	392.0	325.0
Mean	241.8	252.4	250.1	267.6	248.2	244.8	305.4	279.1
Std. Deviation	64.14	67.50	53.94	54.54	53.85	69.69	50.06	36.03
Std. Error	21.38	22.50	8.637	15.13	17.95	24.64	12.51	13.62

Abbildung 23: Bundesländervergleich Männer. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Obst auf die freien Radikale:

Hier ist ein leichter Unterschied ersichtlich, jedoch kann dieser- wie auch bei den weiblichen Probandinnen- nicht als signifikant betrachtet werden.

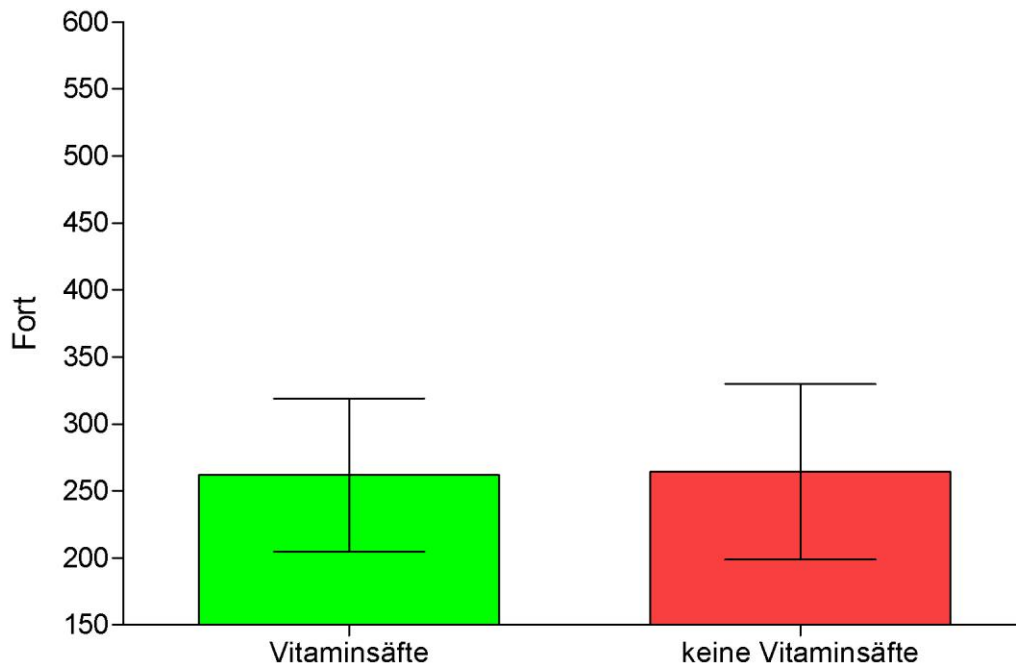


Unpaired t test	
P value	0.1927
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.311 df=109
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	270.1 ± 7.901 N=60
Mean ± SEM of column B	254.8 ± 8.606 N=51
Difference between means	15.31 ± 11.68
95% confidence interval	-7.857 to 38.48
R squared	0.01552

Abbildung 24: Einfluss von Obst bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Vitaminsäften auf die freien Radikale

Im Gegensatz zu den Frauen, bei denen ein Unterschied zwischen Probandinnen die Vitaminsäfte tranken, zu denen die keine zu sich nahmen bestand, ist ein solcher bei den Männern nicht zu erkennen.



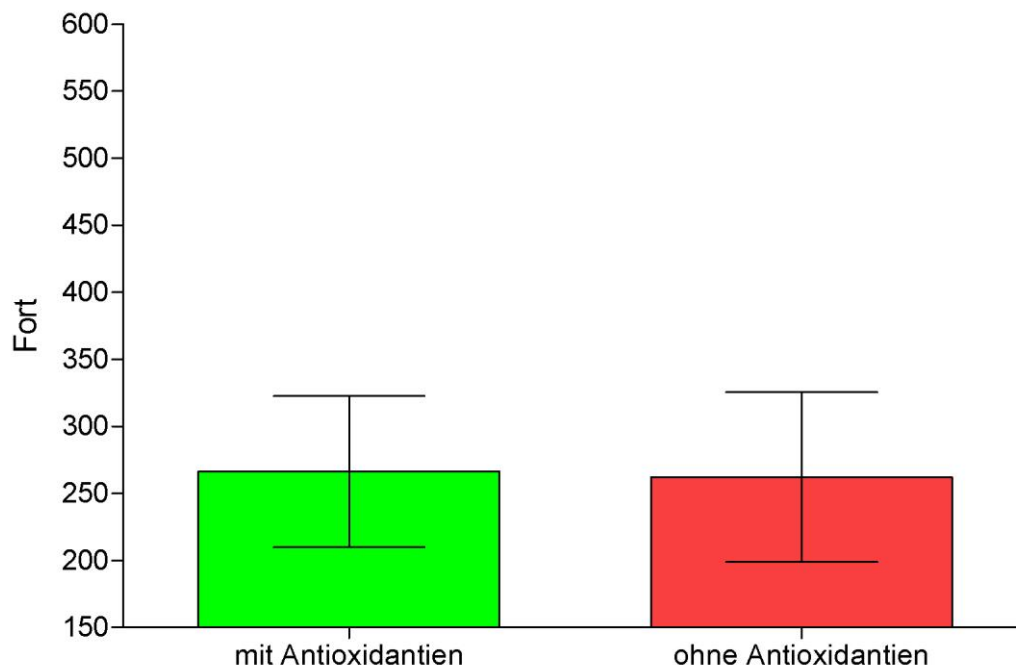
Unpaired t test	
P value	0.8486
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.1913 df=109
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	261.9 ± 7.936 N=52
Mean ± SEM of column B	264.2 ± 8.533 N=59
Difference between means	-2.249 ± 11.75
95% confidence interval	-25.56 to 21.07
R squared	0.0003357

Abbildung 25: Einfluss von Vitaminsäften bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von AO auf die freien Radikale

Der t-Test ergab keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

Anders als bei den Frauen, bei denen zwar kein signifikanter Unterschied bestand, doch aber ein positiver Einfluss von AO zu erkennen war, sind die Werte der verglichenen Gruppen bei den Männern nahezu ident.

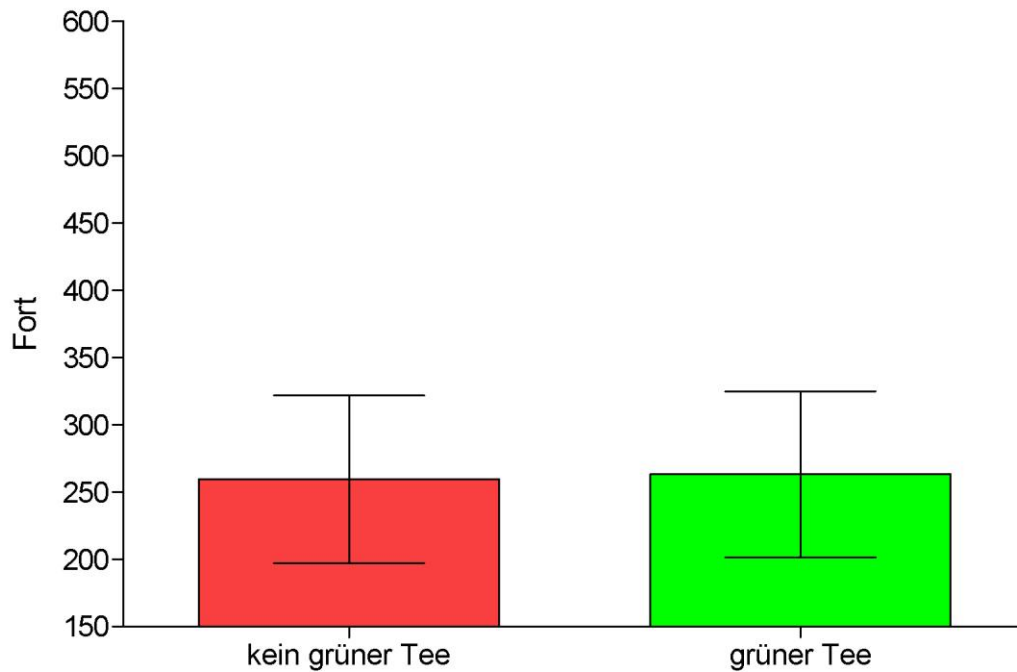


Unpaired t test	
P value	0.7636
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.3015 df=109
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	266.1 ± 10.65 N=28
Mean ± SEM of column B	262.1 ± 6.966 N=83
Difference between means	4.071 ± 13.50
95% confidence interval	-22.71 to 30.85
R squared	0.0008333

Abbildung 26: Einfluss von AO bei Männern Quelle: Verfasser 2010.

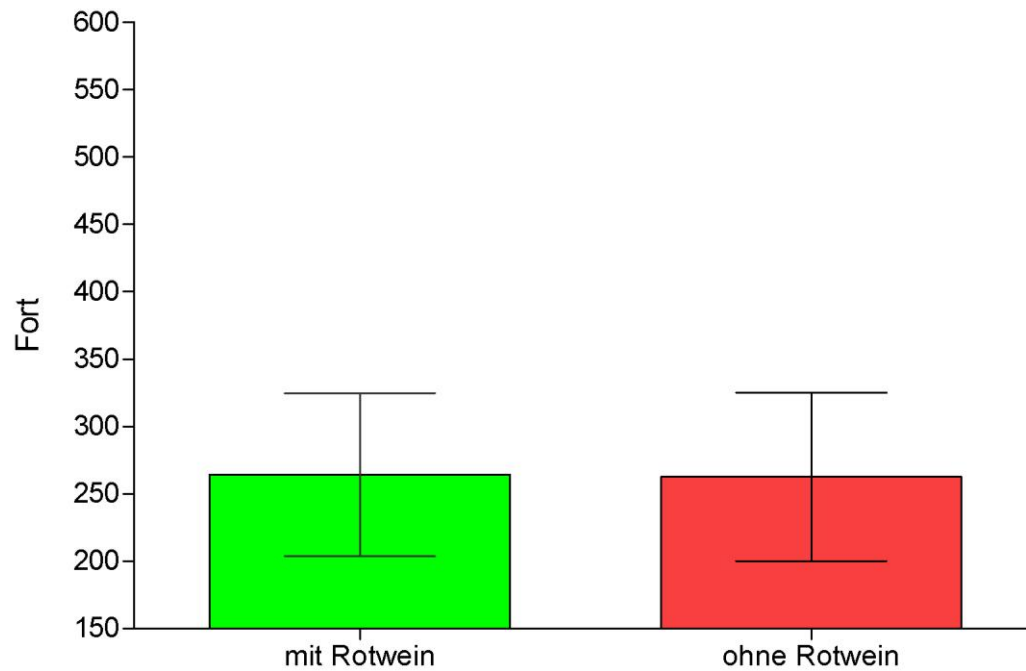
Einfluss von grünem Tee und Rotwein auf die freien Radikale:

Die antioxidativen Einflussfaktoren von grünem Tee und Rotwein ergaben ebenfalls keine nennenswerten Verbesserungen der freien Radikal- Werte.



Unpaired t test	
P value	0.8972
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.1296 df=109
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	259.6 ± 27.83 N=5
Mean ± SEM of column B	263.3 ± 6.001 N=106
Difference between means	-3.664 ± 28.28
95% confidence interval	-59.76 to 52.44
R squared	0.0001540

Abbildung 27: Einfluss von Grünem Tee bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

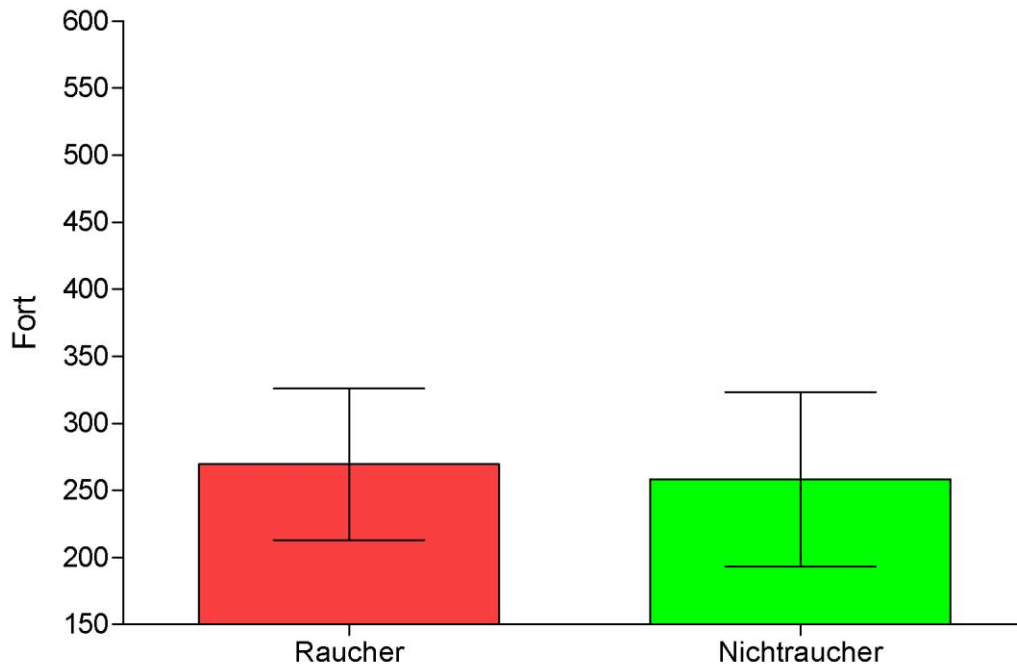


Unpaired t test	
P value	0.8973
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.1294 df=109
How big is the difference?	
Mean $\pm$ SEM of column A	264.2 $\pm$ 10.08 N=36
Mean $\pm$ SEM of column B	262.6 $\pm$ 7.205 N=75
Difference between means	1.621 $\pm$ 12.53
95% confidence interval	-23.23 to 26.48
R squared	0.0001535

Abbildung 28: Einfluss von Rotwein bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

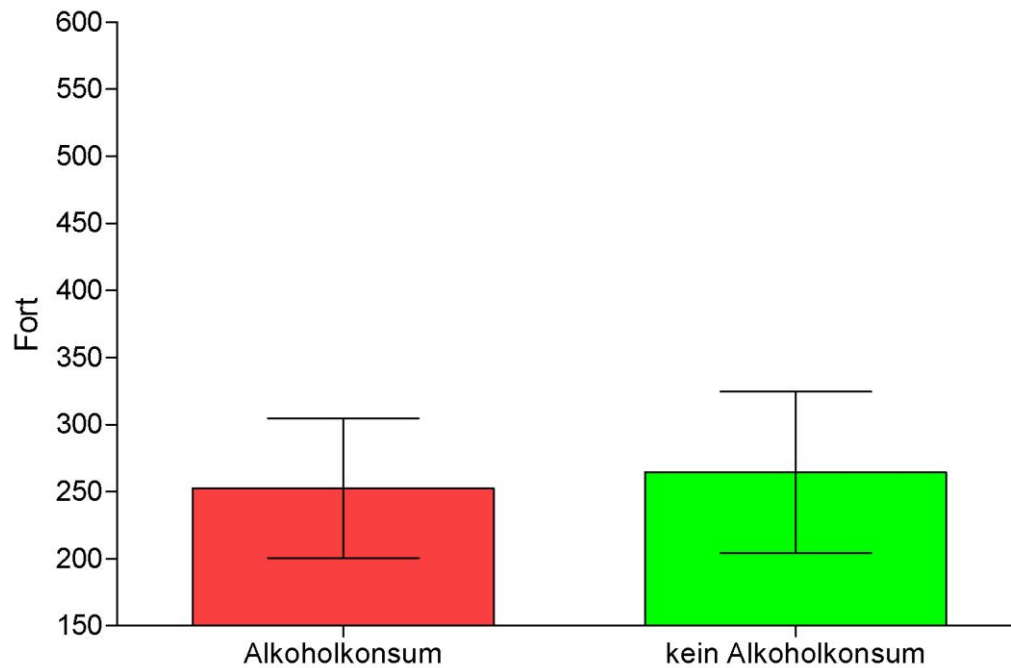
Einfluss von Rauchen und Alkohol auf die freien Radikale:

Auch der Einfluss von Tabak- und Alkoholkonsum ergab keinen erwähnenswerten Unterschied bei den gemessenen FORT- Werten.



Unpaired t test	
P value	0.1829
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.340 df=108
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	269.6 ± 8.236 N=47
Mean ± SEM of column B	254.7 ± 7.371 N=63
Difference between means	14.89 ± 11.11
95% confidence interval	-7.151 to 36.93
R squared	0.01636

Abbildung 29: Einfluss von Rauchen bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

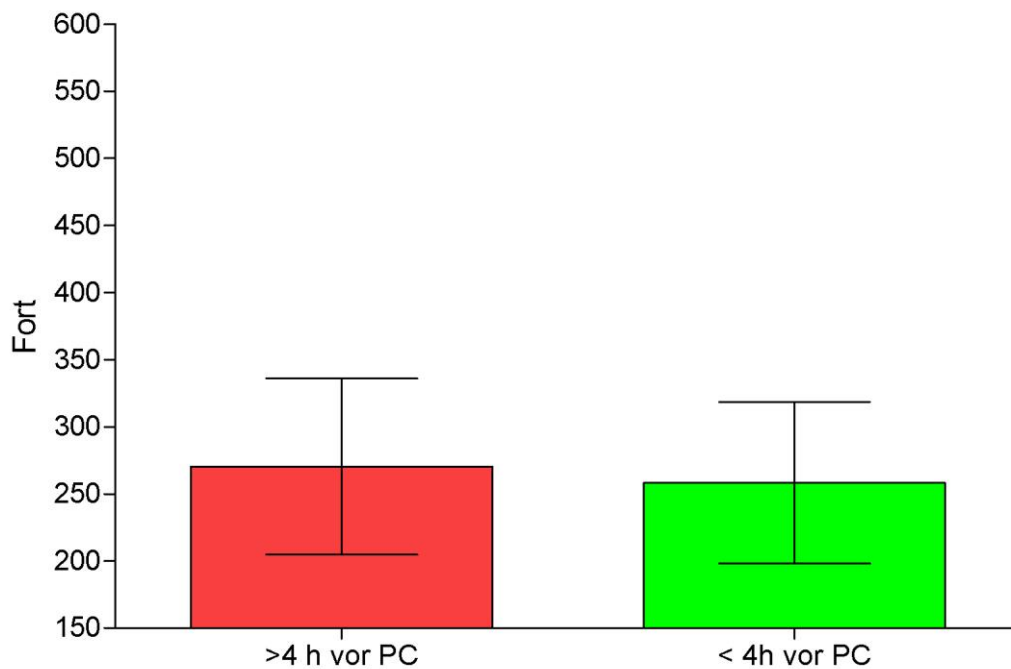


Unpaired t test	
P value	0.3305
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.9776 df=108
How big is the difference?	
Mean $\pm$ SEM of column A	252.6 $\pm$ 9.173 N=32
Mean $\pm$ SEM of column B	264.5 $\pm$ 6.805 N=78
Difference between means	-11.88 $\pm$ 12.15
95% confidence interval	-35.98 to 12.23
R squared	0.008771

Abbildung 30: Einfluss von Alkohol bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von elektromagnetischer Strahlung auf die freien Radikale:

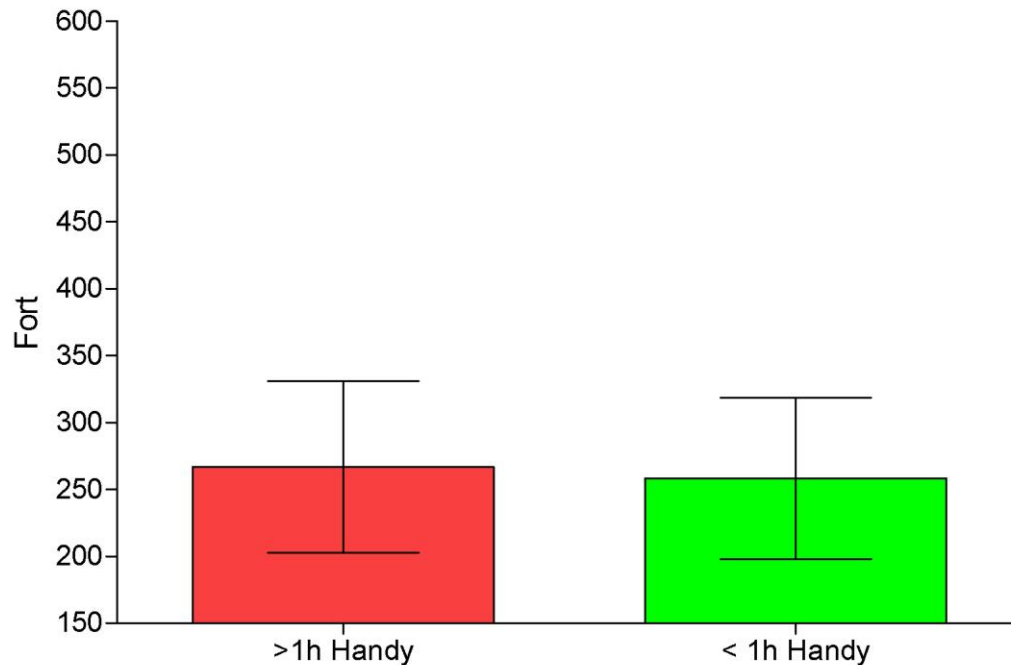
Bei der Auswertung der elektromagnetischen Strahlung ergab der t-Test keine signifikanten Ergebnisse. Ein leichter Unterschied zugunsten der weniger belasteten Probanden ist jedoch erkennbar.



Unpaired t test	
P value	0.3159
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=1.008 df=110
How big is the difference?	
Mean $\pm$ SEM of column A	270.3 $\pm$ 8.608 N=58
Mean $\pm$ SEM of column B	258.3 $\pm$ 8.198 N=54
Difference between means	12.01 $\pm$ 11.92
95% confidence interval	-11.63 to 35.66
R squared	0.009145

Abbildung 31: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von PC bei Männern.
 Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von elektromagnetischer Strahlung auf die freien Radikale:



Unpaired t test	
P value	0.4405
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.7737 df=134
How big is the difference?	
Mean ± SEM of column A	266.8 ± 7.089 N=82
Mean ± SEM of column B	258.3 ± 8.198 N=54
Difference between means	8.496 ± 10.98
95% confidence interval	-13.03 to 30.02
R squared	0.004448

Abbildung 32: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von Handy bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Übergewicht auf die freien Radikale

Die Männer wurden gebeten ihr Gewicht und ihre Körpergröße anzugeben, wodurch der BMI errechnet werden konnte. Es konnten keine Unterschiede zwischen normalgewichtigen (BMI 18-25), übergewichtigen (BMI 26-30) und adipösen (BMI >30) Probanden festgestellt werden.

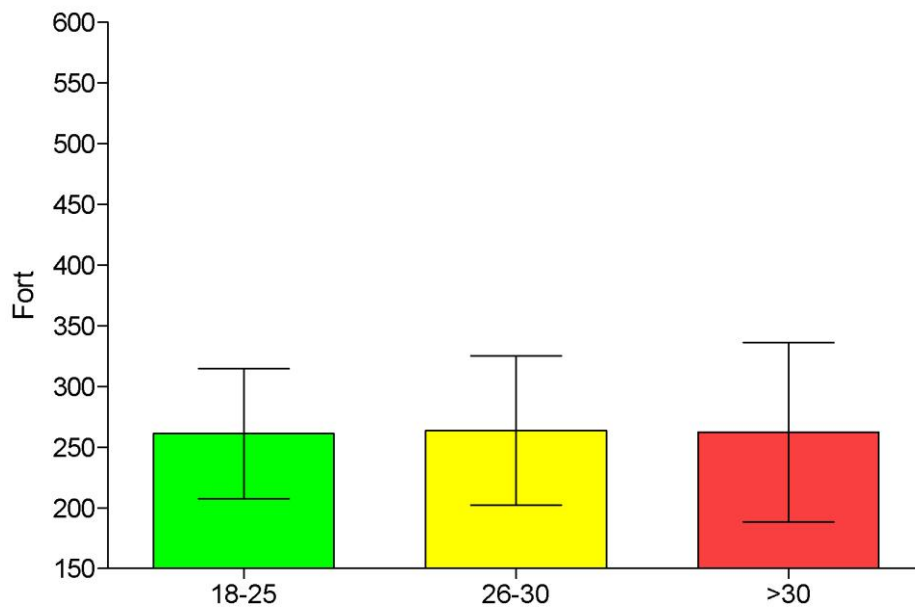


Abbildung 33: Einfluss von Übergewicht bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von Sport auf die freien Radikale:

Das Betreiben von Sport (mind. 2 Mal pro Woche) hatte ebenfalls keinen Einfluss auf die Werte.

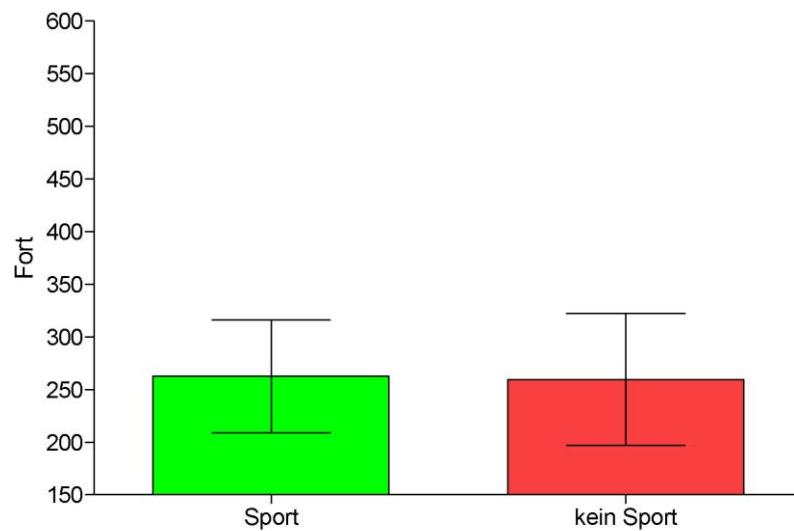
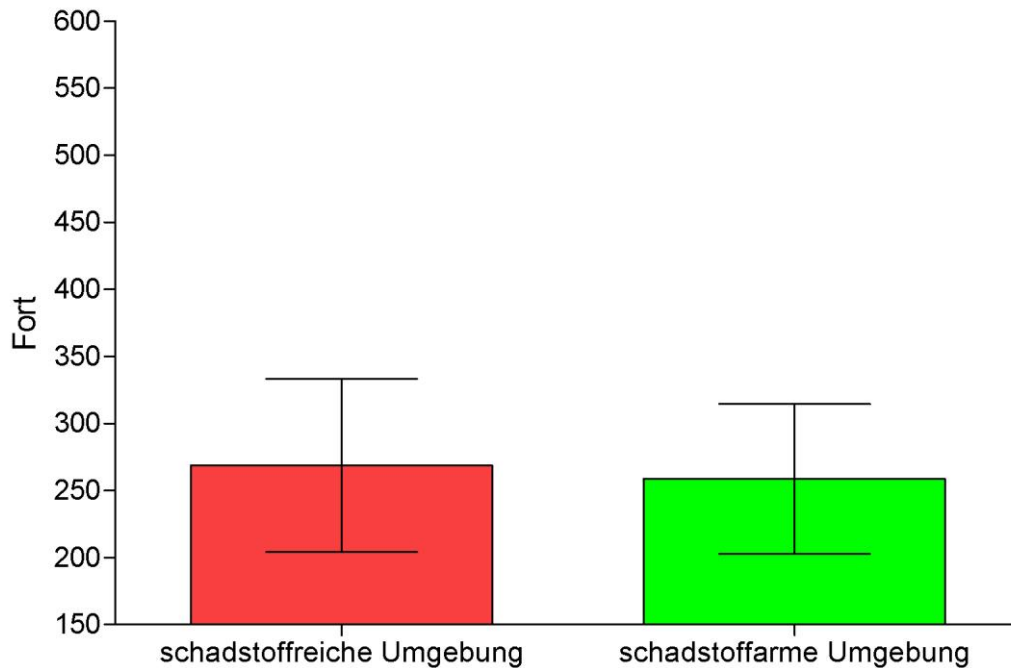


Abbildung 34: Einfluss von Sport bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Einfluss von schadstoffbelasteter Umgebung auf die freien Radikale:

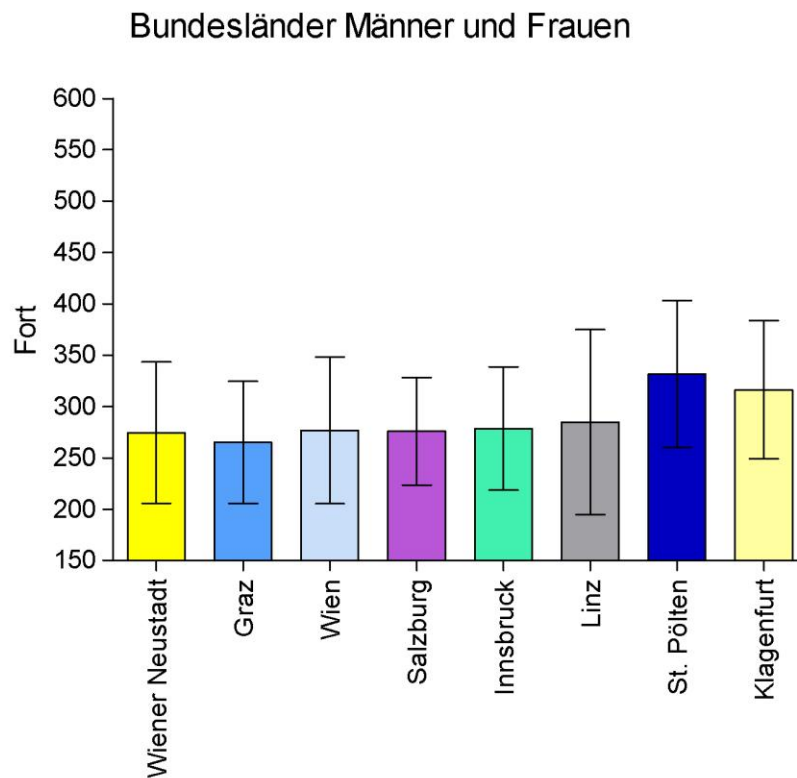
Bei der Analyse der Gruppen schadstoffreiche gegen schadstoffarme Umgebung, gab es nach t- Test keine signifikanten Unterschiede bei den männlichen Probanden.



Unpaired t test	
P value	0.4408
P value summary	ns
Are means signif. different? (P < 0.05)	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=0.7737 df=108
How big is the difference?	
Mean $\pm$ SEM of column A	268.7 $\pm$ 12.66 N=26
Mean $\pm$ SEM of column B	258.7 $\pm$ 6.090 N=84
Difference between means	10.06 $\pm$ 13.01
95% confidence interval	-15.74 to 35.87
R squared	0.005512

Abbildung 35: Einfluss von schadstoffbelasteter Umgebung bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Für einen Gesamtüberblick wurden alle Bundesländer ohne Geschlechtertrennung analysiert.



	Wiener Neustadt	Graz	Wien	Salzburg	Innsbruck	Linz	St. Pölten	Klagenfurt
Number of values	14	14	64	17	19	14	24	12
Minimum	160.0	160.0	160.0	160.0	184.0	160.0	219.0	224.0
25% Percentile	206.5	211.0	225.0	246.0	228.0	222.3	282.3	265.3
Median	294.5	281.0	270.0	290.0	294.0	285.5	321.0	314.0
75% Percentile	341.3	314.5	333.0	318.0	321.0	322.0	372.8	348.3
Maximum	360.0	342.0	436.0	352.0	378.0	493.0	559.0	484.0
Mean	274.5	265.0	276.8	275.9	278.5	284.9	331.5	316.3
Std. Deviation	69.03	59.49	71.49	52.42	59.99	90.05	71.65	67.40
Std. Error	18.45	15.90	8.937	12.71	13.76	24.07	14.62	19.46

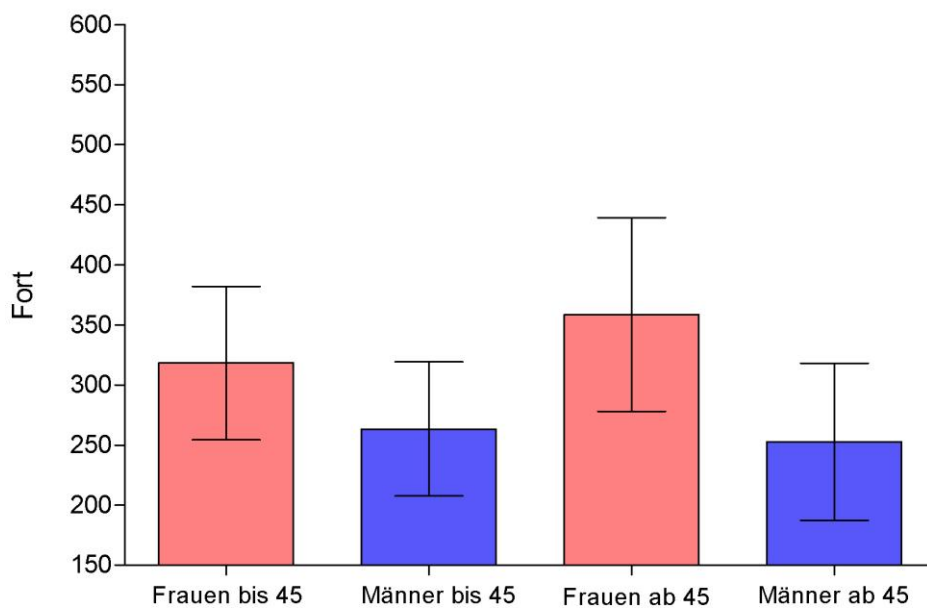
Abbildung 36: Bundesländervergleich Frauen und Männer, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Die Mittelwerte waren wie folgt:

Wiener Neustadt (N=14) 275, Graz (N=14) 265, Wien (N=64) 277, Salzburg (N=17) 276, Innsbruck (N=19) 277, Linz (N=14) 284, St. Pölten (N=24) 332 und Klagenfurt (N=12) 316 FORT.

Hier ist ebenfalls gut erkennbar, dass in St. Pölten die höchsten Werte zu finden waren.

Bei dem Vergleich der Altersgruppen lag der Mittelwert der Frauen bis 45 Jahren bei 318 FORT und derer ab 45 Jahren bei 359 FORT. Somit bestand ein signifikanter Unterschied mit $p < 0,0363$. Der Mittelwert der Männer unter 45 Jahren betrug 263 FORT und der über 45 Jahren 252 FORT. Somit besteht hier keine statistisch nennenswerte Differenz.



	Frauen bis 45	Männer bis 45	Frauen ab 45	Männer ab 45
Number of values	49	86	18	24
Minimum	160.0	160.0	228.0	160.0
25% Percentile	284.0	224.0	314.8	198.3
Median	320.0	270.0	355.5	254.5
75% Percentile	354.0	299.5	396.3	313.3
Maximum	493.0	392.0	559.0	347.0
Mean	318.2	263.4	358.7	252.7
Std. Deviation	63.85	55.79	80.55	65.33
Std. Error	9.122	6.016	18.99	13.33
Lower 95% CI of mean	299.9	251.4	318.6	225.1
Upper 95% CI of mean	336.6	275.3	398.7	280.3
Sum	15594	22650	6456	6065

Abbildung 37: Altersvergleich Frauen und Männer, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Zuletzt wurden die FORT- mit den dazugehörigen FORD- Werten in einer linearen Regressionsanalyse korreliert.

Tabelle 13: FORT- mit FORD- Werten Quelle: Verfasser 2010

FORT	FORD	
360	0,98	
346	1,19	
300	1,21	Fieber
392	1,15	
409	0,98	
467	1,4	Infektion
418	0,49	Erkältung
387	1,15	
400	1,17	
493	0,77	
400	0,92	Chronische Entzündung
484	1,16	
160	0,62	
184	1,08	
436	1,15	Erkältung
342	1,25	
219	1,48	
489	0,25	
378	1,67	
422	0,25	Krebs

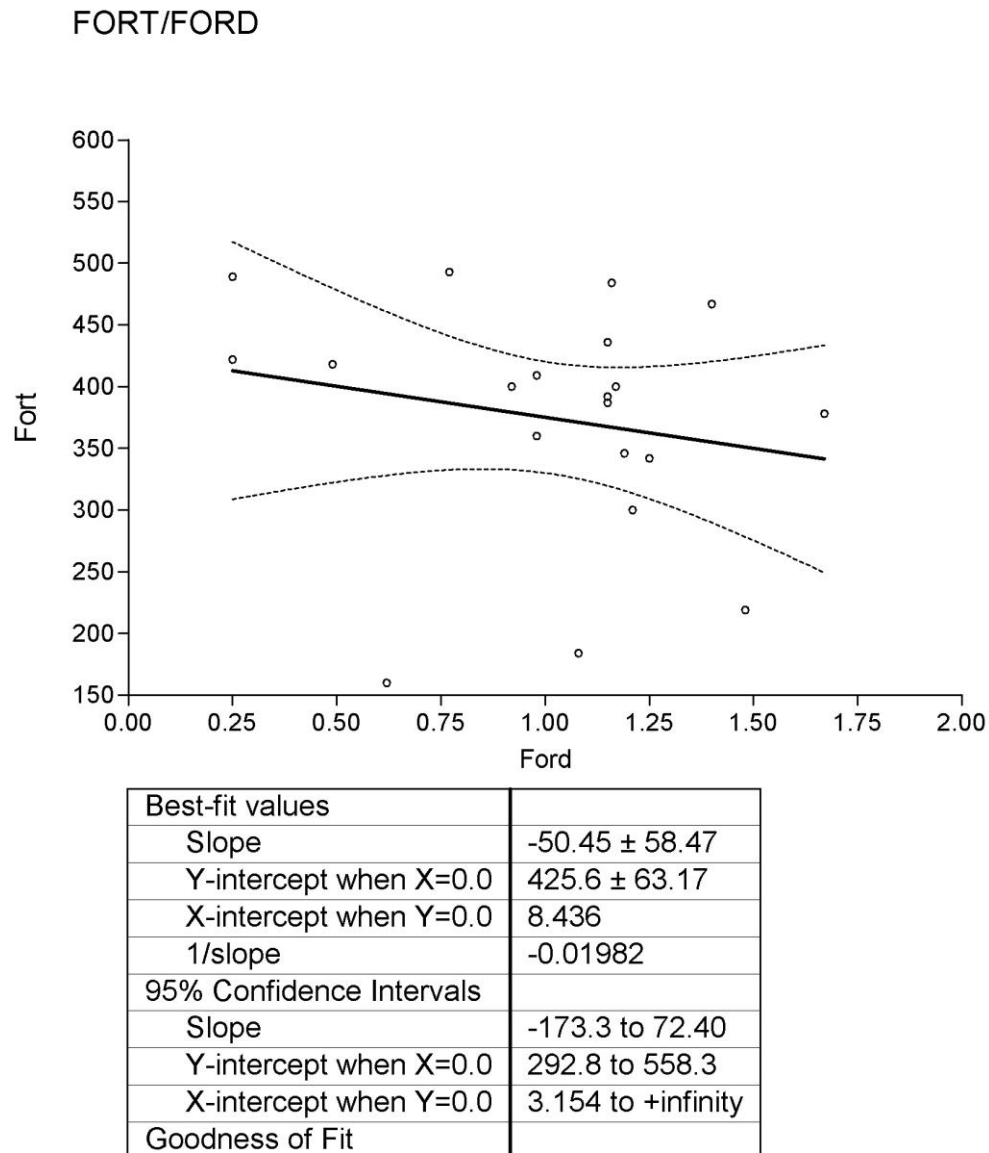


Abbildung 38: Korrelationsanalyse FORD und FORT (a). Quelle: Verfasser (2010)

In der ersten Korrelation wurden die gesamten FORT-Werte mit den dazugehörigen FORD- Werten verglichen. Es ist kein signifikanter Zusammenhang ersichtlich.

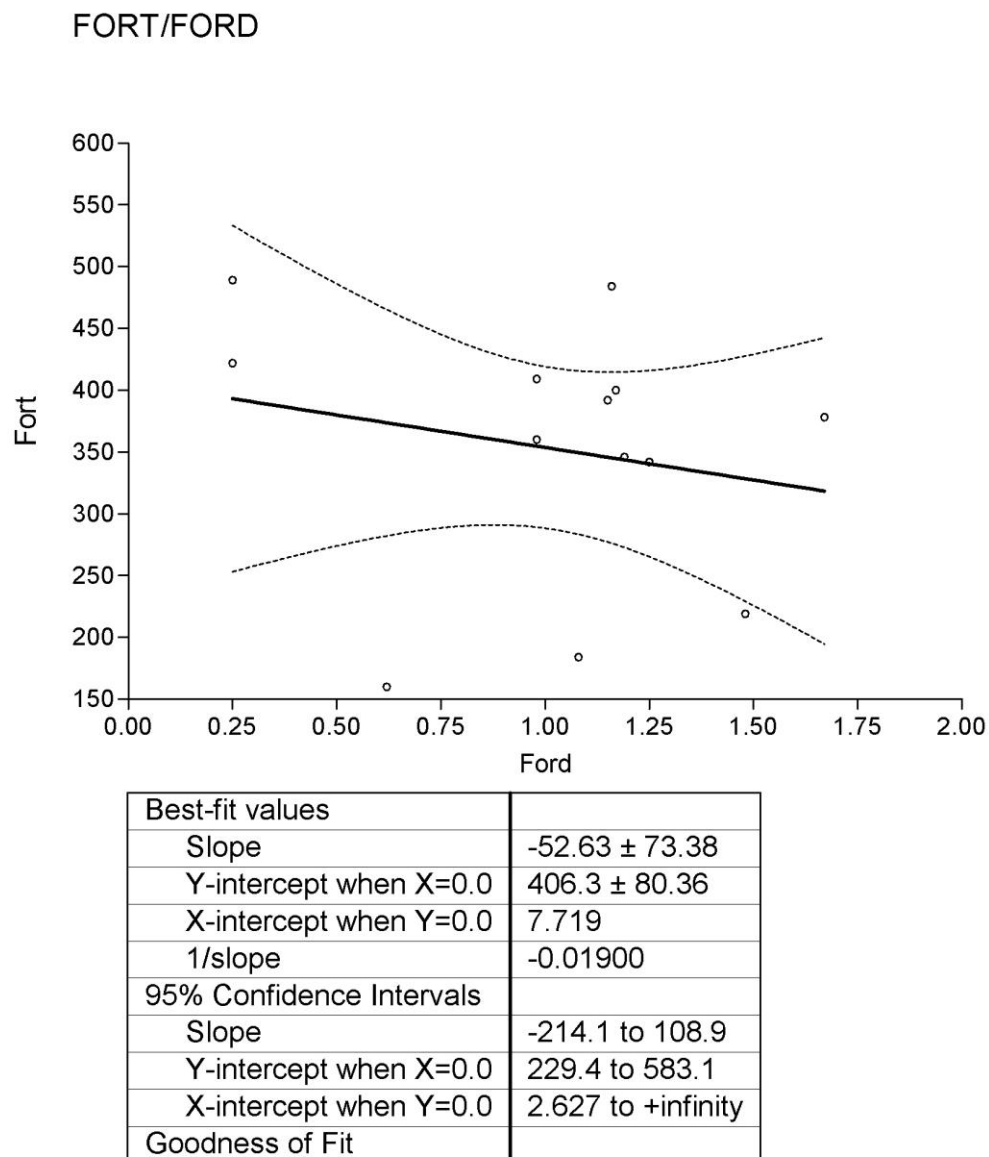


Abbildung 39: Korrelationsanalyse FORD und FORT (b). Quelle: Verfasser (2010)

Bei der nächsten Korrelationsanalyse wurden nur die Werte der gesunden Probanden herangezogen und auch hier ist der Zusammenhang nicht signifikant.

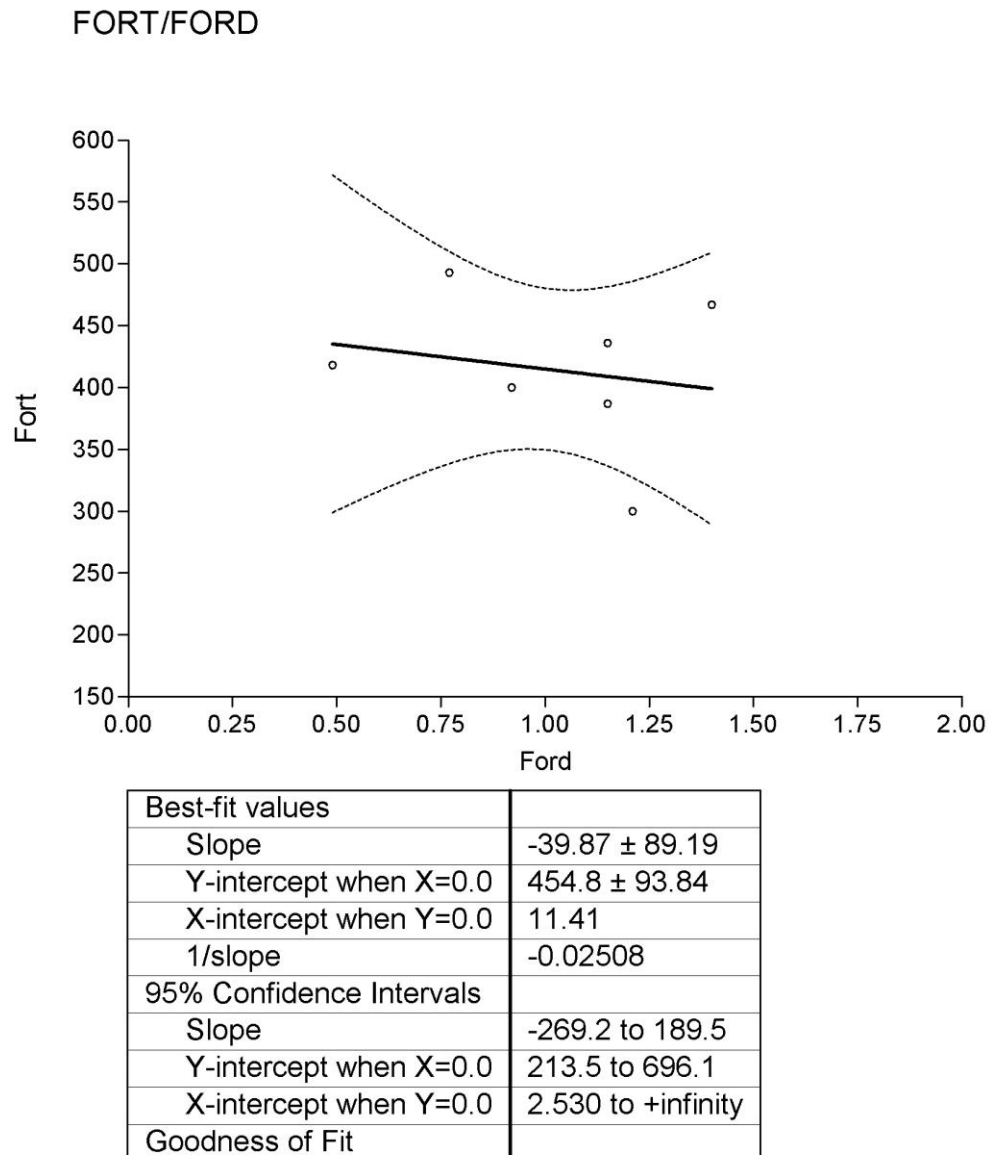


Abbildung 40: Korrelationsanalyse FORD und FORT (c). Quelle: Verfasser (2010)

In diesem letzten Graphen wurden nur die Werte der kranken Probanden verglichen. Bei dieser Regressionsanalyse lässt sich ebenfalls kein eindeutiger Zusammenhang feststellen.

7 Conclusio

Ziel des Betriebes war es, die Mitarbeiter aller Zweigstellen zu untersuchen, um eine mögliche Dysbalance frühzeitig zu erkennen. Die Untersuchungen fanden vor Ort, sprich in der jeweiligen Landesstelle des Unternehmens statt. Die Gesundenuntersuchung bestand aus drei Stationen. Der Arzt bestimmte das Gewicht und die Größe, führte einen Lungenfunktionstest durch und klärte etwaige gesundheitliche Fragen mit dem Mitarbeiter. Bei der zweiten Station wurde ein Muskelfunktionstest durchgeführt, mit dem Ziel, Verspannungen bzw. Verkürzungen zu erkennen und zu therapieren. Die dritte Station war die Messung des oxidativen Stresses und die der AOK. Die Probanden wurden gebeten einen Fragebogen auszufüllen. Danach wurden die Messungen durchgeführt. Ab einem Wert von 350 FORT wurde vorgeschlagen die AOK zu messen; die Firma Micro Medical schlägt einen Grenzwert von 310 FORT vor. Da das Kollektiv sehr weit gestreut war, d.h. alle Altersstufen beider Geschlechter vertreten waren und Frauen natürlicherweise einen höheren (15-20 %) Radikalwert aufweisen, wurde beschlossen, erst ab einem Wert von 350 FORT, den FORD-Wert zu messen. Es hätte sonst leicht zu Unsicherheiten führen können, da den Probanden der Begriff oxidativer Stress nicht geläufig war, die Mitarbeiter aber ihre Werte vergleichen wollten.

Dieser geschlechterabhängige Unterschied konnte in dieser Arbeit aufgezeigt werden.

Im Gegensatz dazu ließen sich die Lebensgewohnheiten nicht mit dem oxidativem Stress korrelieren. Dazu hätten die Probanden möglicherweise ausführlicher zu ihren Lebensstil, ihrer Medikamenteneinnahme und ihrer Ernährung befragt werden müssen.

Somit lässt sich sagen, dass die Messung der freien Radikale und der AOK in der Gesundheitsvorsorge insofern Sinn macht, zu erkennen, ob der Körper überlastet ist und somit nach gründlicher ärztlicher Untersuchung Maßnahmen der Therapie ergriffen werden sollten.

Conclusio

Spezifische Unterschiede zwischen beispielsweise denen die sich gesünder ernährten als andere, konnten nicht aufgezeigt werden.

Deutlich wurde, dass die Probanden die eine Krankheit hatten bzw. Medikamente einnahmen, welche einen Einfluss auf die Bildung von freien Radikalen haben, signifikant höhere Werte hatten, als die Gesunden der jeweiligen Altersstufe und des jeweiligen Geschlechts.

Zusätzlich sollte noch erwähnt werden, dass das Kollektiv aus St. Pölten signifikant höhere Werte aufwies, als die Probanden der anderen Bundesländer. Die Zweigstelle liegt in einem Industriegebiet neben der Autobahn; der Arbeitsplatz der Mitarbeiter in einem großen Einkaufszentrum.

Die lineare Regressionsanalyse ergab keine nennenswerte Aussage über die Korrelation zwischen FORT und FORD- Werten, was allerdings auch an der geringen Anzahl der FORD- Werte liegt.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Davies KJA : Oxidative stress: the paradox of aerobic life. In: Rice -Evans C., Halliwell B., Lunt GG.: Free Radicals and Oxidative Stress: Environment, Drugs and Food Additives, London, 1994
- [2] Ohlenschläger G.: Freie Radikale, Oxidativer Stress und Antioxidantien, Köln, 1995
- [3] Fort W., Henschler D., Rummel W.: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, 9. Auflage, München, 2005
- [4] Siems W., Krämer K., Grune T.: Oxidativer Stress und Pharmaka, Eschborn 2005
- [5] Halliwell B., Gutteridge J.: Free Radicals in Biology and Medicine, Vol. 46, Oxford, 2007
- [6] Gröber U.: Orthomolekulare Medizin, Stuttgart, 200
- [7] Halliwell B.: The wanderings of a free radical, in: Free Radicals and Biology , 2009, 46, S. 531-542
- [8] Beckman K., Ames B.: The Free Radical Theory of Aging Matures, in Physiological Reviews, , Vol.78, No. 2, 1998, S. 547- 581
- [9] Löffler G.; Perides P.: Biochemie und Pathobiochemie, 6. Auflage, Berlin, 1998
- [10] Ratnam D., Ankola D., Bhardwaj V. et al.: Role of antioxidants in prophylaxis and therapy, 2006, Vol. 113, S. 189-207
- [11] Elstner E. F., Bohrs W., Wilmanns: Reaktive Sauerstoffspezies in der Medizin, Heidelberg, 1998
- [12] Sies H.: Oxidative Stress: Oxidants and Antioxidants; Vol. 82, 1997, S. 291-295
- [13] Elmadfa I.: Ernährungslehre, Stuttgart, 2004
- [14] Fuchs N.: Mit Nährstoffen heilen, Köln 2001
- [15] Biesalski H. K., Schrezenmeir, et al.: Vitamine, Stuttgart, 1997
- [16] Gutteridge J., Halliwell B.: Antioxidants in Nutrition, Health and Disease, Oxford, 1994

- [17] Gröber U.: Arzneimittel und Mikronährstoffe, Stuttgart, 2007
- [18] Böhm H., Boeing H.: Flavonole, Flavone und Anthocyane als natürliche Antioxidantien der Nahrung und ihre mögliche Rolle bei der Prävention chronischer Erkrankungen, Zeitschrift für Ernährungswissenschaften 37,1998, S. 147-163
- [19] <http://www.micromedical.de> [17.4.2010]
- [20] <http://office.microsoft.com/en-us/excel/> [15.5.2010]
- [21] <http://www.graphpad.com/prism/>
- [22] Statistical comparison of multiple independent random samples: analysis of variance and the Newman-Keuls test, Z. Ärztl. Fortbild. Jena,1988, 82:879-882
- [23] Donhauser Luzia: Untersuchungen zur Entstehung reaktiver Sauerstoffspezies bei der kontinuierlichen Einnahme ausgewählter Hormonpräparate, Diplomarbeit 2010
- [24] Schild Gabriele: Oxidativer Stress und kontinuierliche Hormonsubstitution, Diplomarbeit 2010

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entstehung, Entgiftung und Folgen von oxidativem Stress.

Abbildung 2: Lipidperoxydation. Quelle: Biotek (2010)

Abbildung 3: Durchführung Radikalmessung (a). Quelle: Micromedical (2010)

Abbildung 4: Durchführung Radikalmessung (b). Quelle: Micromedical (2010)

Abbildung 5: Durchführung Radikalmessung (c). Quelle: Micromedical (2010)

Abbildung 6: FORM Messgerät für Radikalmessung. Quelle: Micromedical (2010)

Abbildung 7: Testkit AOK. Quelle: Micromedical (2010)

Abbildung 8: FORT Werte Frauen vs. Männer (a). Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 9: FORT Werte Frauen vs. Männer (b). Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 10: Bundesländervergleich Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 11: Einfluss von Obst bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 12: Einfluss von Vitaminsäften bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 13 Einfluß von AO bei Frauen Quelle: Verfasser 2010

Abbildung 14: Einfluss von Grünem Tee bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 15: Einfluss von Rotwein bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 16: Einfluss von Rauchen bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 17: Einfluss von Alkohol bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 18: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von PC bei Frauen.
Quelle: Verfasser (2010)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 19: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von Handy bei Frauen.
Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 20: Einfluss von Übergewicht bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 21: Einfluss von Sport bei Frauen. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 22: Einfluss von schadstoffbelasteter Umgebung bei Frauen. Quelle:
Verfasser (2010)

Abbildung 23: Bundesländervergleich Männer. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 24: Einfluss von Obst bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 25: Einfluss von Vitaminsäften bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 26: Einfluß von AO bei Männern Quelle: Verfasser 2010.

Abbildung 27: Einfluss von Grünem Tee bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 28: Einfluss von Rotwein bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 29: Einfluss von Rauchen bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 30: Einfluss von Alkohol bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 31: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von PC bei Männern.
Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 32: Einfluss von elektromagnetischer Strahlung von Handy bei
Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 33: Einfluss von Übergewicht bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 34: Einfluss von Sport bei Männern. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 35: Einfluss von schadstoffbelasteter Umgebung bei Männern. Quelle:
Verfasser (2010)

Abbildung 36: Bundesländervergleich Frauen und Männer, 2009. Quelle:
Verfasser (2010)

Abbildung 37: Altersvergleich Frauen und Männer, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 38: Korrelationsanalyse FORD und FORT (a). Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 39: Korrelationsanalyse FORD und FORT (b). Quelle: Verfasser (2010)

Abbildung 40: Korrelationsanalyse FORD und FORT (c). Quelle: Verfasser (2010)

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Krankheiten und oxidativer Stress. Quelle: Eigene Erarbeitung in Anlehnung an Löffler et al. (1998)

Tabelle 2: Form CR3000 MiniLab. Quelle: Micromedical (2010)

Tabelle 3: Referenzwerte von oxidativem Stress. Quelle: Micromedical (2010)

Tabelle 4: Liste Frauen Wiener Neustadt und Graz, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 5: Liste Frauen Wien, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 6: Liste Frauen Salzburg, Innsbruck, Linz, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 7: Liste Frauen St. Pölten und Klagenfurt, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 8: Liste Männer Wiener Neustadt und Graz, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 9: Liste Männer Wien, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 10: Liste Männer Salzburg und Innsbruck, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 11: Liste Männer Linz und St. Pölten, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 12: Liste Männer Klagenfurt, 2009. Quelle: Verfasser (2010)

Tabelle 13: FORT- mit FORD- Werten Quelle: Verfasser (2010)

11 Zusammenfassung

Ein Ungleichgewicht zwischen den freien Radikalen und der antioxidativen Kapazität (AOK) wird als oxidativer Stress bezeichnet.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Auswirkungen von freien Radikalen und reaktiven Sauerstoffspezies auf den Organismus vorwiegend gesunder Probanden. Es wurden bei einem gemischten Kollektiv von 202 Personen die freien Radikale bestimmt. Ab einem Grenzwert von 350 FORT- Einheiten, wurde zusätzlich die AOK gemessen. Das Kollektiv setzte sich aus Männern und Frauen aus unterschiedlichen Bundesländern zusammen. Somit wurde versucht einen Unterschied zwischen den Werten der Bundesländer zu finden. Ebenfalls untersucht wurde, ob sich Faktoren wie Alter, Geschlecht, Body Mass Index (BMI), Lebens-gewohnheiten (Rauchen, Alkoholgenuss, Solariumbesuch, ...), Ernährung, Medikamenteneinnahme, Wohnsituation bzw. schadstoffbelasteter Lebensraum auf die Entstehung von freien Radikalen auswirken. Die Vergleiche ergaben, dass Alter und Geschlecht signifikante Unterschiede erkennen ließen. Die Werte bestimmter Bundesländer unterschieden sich ebenfalls teilweise signifikant. Die anderen Faktoren ergaben keine nennenswerten Ergebnisse. Eine Korrelationsanalyse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen den FORT-Werten und der AOK (FORD-Werte) ergab keine aussagekräftigen Ergebnisse.

12 Summary

A disequilibrium between free radicals and the antioxidant capacity (AOC) is called oxidative stress.

This study deals with the effects of free radicals and reactive oxygen species on the organism of mainly healthy test persons. The amount of free radicals of 202 males and females were determined. AOC measurements were additionally undertaken in cases where the limit value of 350 FORT- units was exceeded. The test group included woman and man from different Austrian departments, serving as variable to determine the presence of departmental differences in the obtained values. The investigation analyzed if factors such as age, sex, body mass index (BMI), living habits (smoking, alcohol consumption, solarium visits, etc.), nutrition, medical prescriptions, living conditions or a polluted living environment have an effect on the formation of free radicals. Comparisons indicated big differences related to age and sex. Results from some departments do also show significant variations compared to other departments. The study of other factors did not allow to draw other relevant conclusions. The correlation analysis for the determination of a connection between FORT-values and AOC (FORD – values) did also not lead to any relevant results. Age and sex showed significant differences. The values of certain Lands of the Federal Republic differed likewise partly significantly. The other factors did not result in considerable results. A correlation analysis relative a connection between the Away values and the compulsory health insurance scheme (Ford values) did not result in meaningful results.

13 Curriculum Vitae

Name	Maria Luf
Geburtsdatum	13. Juni 1980
Geburtsort	Wien
Nationalität	Österreich
Eltern	Mag. Christine Luf-Zwiauher Univ. Prof. Dr. Gerhard Luf

Ausbildung

1987-1991:	Volkschule (Purkersdorf)
1991-1999:	Realgymnasium (GRG 13 Wenzgasse/ Wien)
1999-2000:	Maturaschule Dr. Roland/ Matura: Mai 2000
Oktober 2002:	Beginn des Studiums der Pharmazie an der Universität Wien

Apothekenrelevante Berufserfahrung

Seit 2001 :	Teilzeitbeschäftigung in der Apotheke in der Wiesen
-------------	---