



MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Modifikation der Flavourattribute von Filterkaffee durch
die Zugabe von Vollmilch (3,6%) und Leichtmilch (0,1%)

Verfasserin

Marion Horvath, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt.
Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt.
Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreuerin / Betreuer:

ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Danksagung

In erster Linie möchte ich mich bei Frau ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak für die Bereitstellung dieses interessanten Masterarbeitsthemas, sowie für ihre Unterstützung und gewissenhafte und geduldige Betreuung bedanken.

Besonderen Dank möchte ich an Herrn Professor Leopold Josef Edelbauer richten, der alle Kaffeeproben, die für die Untersuchung benötigt wurden, zur Verfügung gestellt hat. Des Weiteren konnte ich dank seiner Unterstützung am Kaffee-Experten, Kaffee-Sommelière- und Chef- Sommelière-Kurs teilnehmen.

Für die reibungslose und schnelle Durchführung der sensorischen Analysen bedanke ich mich zum einen bei allen Panelisten, zum anderen aber auch bei meinen Freundinnen Eva, Sonja und Steffi, die mich bei den Vorbereitungen unterstützt haben.

Ich bedanke mich außerdem bei meiner Familie, meinen Freunden und StudienkollegInnen, die immer mit Rat und Tat zur Seite standen und mich nicht nur während meiner Masterarbeit, sondern das ganze Studium hindurch unterstützt und motiviert haben.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
I. Einleitung und Fragestellung	1
II. Literaturübersicht	
Kaffee	3
1. Die Geschichte des Kaffees	3
2. Die Kaffeepflanze	4
3. Anbaugebiete	5
3.1. Arabica	5
3.2. Robusta	6
4. Das Rösten	7
5. Inhaltsstoffe	10
5.1. Makronährstoffe	10
5.1.1 Kohlenhydrate	10
5.1.2 Fette und ätherische Öle	10
5.1.3 Proteine	11
5.2. Mikronährstoffe	11
5.2.1 Vitamine und Mineralstoffe	11
5.2.2 weitere Inhaltsstoffe	12
5.3. Polyphenole	12
5.4. Alkaloide	15
5.5. Weitere Verbindungen	17

Geschmack und Flavour	19
1. Was ist Geschmack?	19
2. Was ist Flavour?	20
3. Kaffee flavour	20
3.1 Kaffeebewertung	23
4. Milch	24
4.1. Einfluss auf den Flavour	24
 III. Methoden und Materialien	 26
1. Material	26
2. Methoden	30
2.1. Die QDA	30
2.2. Das Spiderweb	31
2.3. Die PCA	31
2.4. Statistische Auswertung	31
3. Die Attributenliste	32
 IV. Ergebnisse	 35
1. Arabica	35
1.1. mit Vollmilch (3,6% Fett)	35
Flavour	36
Geschmack und Nachgeschmack	38
Mundgefühl	40
1.2. mit Leichtmilch (0,1% Fett)	41
Flavour	42
Geschmack und Nachgeschmack	44
Mundgefühl	45

1.3. Vergleich: 3,6% Milch mit 0,1% Milch	46
1.3.1 Einfluss des Milchtyps.....	46
1.3.2 Einfluss des Milchtyps bei verschiedenen Milchmenge	48
10 ml	48
20 ml	49
30 ml	52
2. Robusta	54
2.1. mit Vollmilch	54
Flavour	55
Geschmack und Nachgeschmack	56
Mundgefühl	58
2.2. mit Leichtmilch	58
Flavour	59
Geschmack und Nachgeschmack	60
Mundgefühl	62
2.3. Vergleich: 3,6% Milch mit 0,1% Milch	62
2.3.1 Einfluss des Milchtyps	62
2.3.2 Einfluss des Milchtyps bei verschiedenen Milchmengen.....	64
10 ml	64
20 ml	66
30 ml	68
3. Vergleich Arabica mit Robusta	70
3. 1 ohne Milchzugabe	70
Flavour	71
Geschmack und Nachgeschmack	71
Mundgefühl	72
3.1.1 PCA	73
3.2 Arabica vs. Robusta mit Vollmilch	74

3.2.1 Einfluss des Milchtyps bei verschiedenen	
Milchmengen	75
10 ml Milch	75
20 ml Milch	77
30 ml Milch	80
3.3 Arabica vs. Robusta mit Leichtmilch	82
3.3.1 Einfluss des Milchtyps bei verschiedenen	
Milchmengen	83
10 ml Milch	83
20 ml Milch	85
30 ml Milch	87
V. Diskussion und Schlussbetrachtung	89
1. Diskussion der Ergebnisse des Arabicas	89
2. Diskussion der Ergebnisse des Robustas	91
3. Diskussion der Ergebnisse Arabica im Vergleich mit	
Robusta	93
VI. Zusammenfassung	100
VII. Summary	102
VIII. Literaturverzeichnis	103
IX. Lebenslauf	110

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb.1: Strukturformel Chlorogensäure	13
Abb.2: Strukturformel Koffein	16
Abb.3: Kaffeezubereitung: <i>Kaffee wurde mit Zassenhaus Kaffeemühle gemahlen und anschließend in eine Philips Filtermaschine mit Melitta Papierfilter gebrüht.</i>	29
Abb.4: Probendarbietung: <i>4 Proben, codiert vorgewärmten Tassen, Heizplatte 1.: Kaffee schwarz; 2.: Kaffee mit 10 ml Milch/100 ml; 3.: Kaffee mit 20ml Milch/100ml; 4.: Kaffee mit 30 ml Milch/100 ml</i>	30
Abb.5: Produktprofil von Arabica Kaffee mit und ohne Milchzugabe (Vollmilch 3,6% Fett).....	36
Abb.6: Produktprofil von Arabica Kaffee mit und ohne Milchzugabe (Leichtmilch 0,1% Fett)	42
Abb.7: Korrelation zwischen bitterem Geschmack und Nachgeschmack	44
Abb.8: Produktprofil von Arabica Kaffee versetzt mit jeweils 10 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett).....	49
Abb.9: Produktprofil von Arabica Kaffee versetzt mit jeweils 20 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett).....	51
Abb.10: Produktprofil von Arabica Kaffee versetzt mit jeweils 30 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett).....	53
Abb.11: Produktprofil von Robusta Kaffee mit und ohne Milchzugabe (Vollmilch 3,6%)	55
Abb.12: Produktprofil von Robusta Kaffee mit und ohne Milchzugabe (Leichtmilch 0,1%)	59
Abb.13: Boxplot vom bitteren Geschmack der Robustaprobe versetzt mit Vollmilch (3,6% Fett) verglichen mit Leichtmilch (0,1% Fett): Mediane sind beinahe auf gleicher Höhe	63

Abb.14: Produktprofil von Robusta Kaffee versetzt mit jeweils 10 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)	65
Abb.15: Produktprofil von Robusta Kaffee versetzt mit jeweils 20 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)	67
Abb.16: Produktprofil von Robusta Kaffee versetzt mit jeweils 30 ml Vollmilch (3,6% Fett) verglichen mit Leichtmilch (0,1% Fett).....	69
Abb.17: Produktprofile von Arabica und Robusta ohne Milch	70
Abb.18: PCA von Arabica und Robusta ohne Milch	74
Abb.19: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 10 ml Vollmilch (3,6% Fett)	77
Abb.20: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 20 ml Vollmilch (3,6% Fett)	79
Abb.21: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 30 ml Vollmilch (3,6% Fett)	80
Abb.22: Produktprofil von Arabica und Robusta, beide mit 10 ml Leichtmilch (0,1% Fett).....	83
Abb.23: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 20 ml Leichtmilch (0,1% Fett)	85
Abb.24: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 30 ml Leichtmilch (0,1% Fett).....	87
Abb.25: Boxplot von Arabica und Robusta mit Vollmilch	94

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchte Kaffeesorten mit Röstdauer und dem Röstdatum...	27
Tabelle 2: Probendarbietung: Kaffee- und Milchmengen	28
Tabelle 3: Verwendete Materialien	28
Tabelle 4: Attributenliste für Kaffee	32

I. Einleitung und Fragestellung

Kaffee ist nach Rohöl eine der wichtigsten Handelswaren der Welt [Fujioka und Shibamoto, 2008]. Das aus gerösteten und gemahlenen Bohnen hergestellte Heißgetränk zählt gemeinsam mit Tee weltweit zu den am häufigsten konsumierten Getränken [Ferruzzi, 2010].

Von besonderem Interesse ist Kaffee aufgrund seines antioxidativen Potentials. Zu diesem Thema sind in den letzten Jahren einige Studien veröffentlicht, und die dafür verantwortlichen Verbindungen, wie die Chlorogensäuren, entschlüsselt worden.

Da Kaffee häufig mit Milch getrunken wird, ist bald die Frage aufgetaucht, ob die Zugabe von Milch einen Einfluss auf das antioxidative Potential hat. Hier kommt es noch zu widersprüchlichen Ergebnissen.

Einerseits gibt es Studien die keine signifikante Senkung der antioxidativen Kapazität durch Milch im Kaffee feststellen konnten [Dupas, et al. 2006; Richelle, et al. 2001].

Andererseits konnten Sánchez et al. [2005] beobachten, dass es zu einer signifikanten Abnahme der antioxidativen Aktivität im Kaffee nach der Milchezugabe kommt.

Auch Woda [2009] ist im Zuge ihrer Diplomarbeit zu dem Ergebnis gekommen, dass es bei der Filterzubereitung von der Arabicasorte *Santos* und der Robustasorte *Uganda* ab einer Milchezugabe von 30% zu einer signifikanten Abnahme des antioxidativen Potentials kommt.

Einige Forschungsgruppen, die mit schwarzen Tee gearbeitet haben, zeigten auch einen Rückgang des antioxidativen Potentials nach der Milchezugabe [Sharma, et al. 2008; Dubeau, et al. 2010].

Wie weit verändert sich aber das Geschmacks- beziehungsweise Flavourprofil vom Kaffee, wenn Milch zugegeben wird?

Dieser Frage wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nachgegangen.

Da Keast [2008] in seiner Studie herausgefunden hat, dass Kaffee mit Milch, die 0% Fett enthält signifikant weniger bitter schmeckte, als mit einer Milch mit 2% beziehungsweise 4% Fett, war zum einen die Milchmenge von Interesse, andererseits wurde die Bedeutung des Milchfettes für die Ausprägung der Kaffeeattribute untersucht.

Für die sensorische Evaluierung wurden zwei verschiedene Kaffeespezies, Arabica (*Santos*) und Robusta (*Uganda*) herangezogen. Diese wurden mit unterschiedlichen Mengen von Milch, einer Vollmilch (3,6% Fett) und einer Leichtmilch (0,1% Fett) versetzt, um die Änderungen des Geschmacks/Flavourprofils zu beobachten und um festzustellen, welche Eigenschaften durch die Milchzugabe verstärkt und welche unterdrückt werden. Mittels QDA (Quantitativer Deskriptive Analyse) wurden Produktprofile erstellt und anschließend alle Attribute auf signifikante Unterschiede statistisch überprüft.

II. Literaturübersicht

Kaffee

1. Die Geschichte des Kaffees

Wann und von wem Kaffee zum ersten Mal entdeckt oder getrunken wurde, ist schwierig fest zumachen. Es existieren mehrere Aufzeichnungen. Vor allem im arabischen und persischen Raum, wo man Kaffee sicher schon um das Jahr 1000 nach Christus kannte. Er war allerdings kein Volksgetränk, sondern nur von reicheren Bürgern leistbar und hatte eher medizinische Verwendung als heilende Droge.

Obwohl Perser und Araber den Kaffee tranken, wurde er weder in Arabien noch Persien angebaut. Als sicher gilt, dass der Kaffee schon damals aus Äthiopien von Karawanen gebracht wurde.

Erst als die Pflanzung und Pflege des Kaffeebaums bekannt wurde, wurde Kaffee billiger und eroberte bald über den Jemen und Mekka das ganze Osmanenreich.

Die Menschen tranken Kaffee aus mehreren Gründen. Er hatte in der Hitze des Tages kühlende und ermunternde Wirkung und wärmte Körper und Geist während kühler Nächte [Jacob, 2006].

Die Osmanen prägten auch den Namen für die aromatische und belebende Bohne. Unser Wort „Kaffee“ stammt vermutlich vom türkischen „kaweh“, was Stärke bedeutet, ab.

Mit der Ausbreitung des osmanischen Reiches, kam der Kaffee über die Türkei ans Mittelmeer und schließlich bis nach Europa [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Nach Wien kam der Kaffee erst mit der 2.Türkenbelagerung im Jahre 1683. Nach wochenlanger Belagerung gelang es am 12. September 1683 endlich Wien zu befreien und die Türken zum Rückzug zu zwingen. Diese hinterließen unter anderem mehrere Säcke Röstkaffee.

Nach dieser Entdeckung ging alles sehr schnell. 1683 wurde die Wiener Melange kreiert, die ersten Kaffeehäuser entstanden und um 1700 wurde der Berufsstand des Kaffeesieders ins Leben gerufen [Edelbauer, 2003].

Um die anregende und ermunternde Wirkung des Kaffees wusste man sehr bald Bescheid. Vergleichsweise spät, nämlich 1820 entdeckte der deutsche Chemiker Runge schließlich die Antwort, das Koffein [Jacob, 2006].

2. Die Kaffeepflanze

Die Kaffeepflanze (Gattung: „*Coffea*“) gehört zur Familie der *Rubiaceae* (Kaffee- oder Rötengewächse), die als immergrüner Strauch oder kleiner Baum wächst und 4-6 Meter, bei Robustaarten sogar bis zu 10 Meter hoch werden kann. Angebaut wird die Kaffeepflanze in Plantagen und zu Erleichterung der Ernte strauchartig gezogen, meist bei einer Höhe von 2 Metern. [Illy und Viani, 2005]

Innerhalb der Gattung *Coffea* sind etwa 100 Kultursorten bekannt. Für den Kaffeehandel von Bedeutung sind allerdings nur 2 Spezies: Arabica (*Coffea arabica*) und Robusta (*Coffea canephora var. robusta*) [Ebermann und Elmadfa, 2008], deren Bohnen sich sowohl optisch, als auch geschmacklich und durch ihre Inhaltsstoffe unterscheiden lassen [Edelbauer, 2003]. Zusammen liefern sie 90% der Weltproduktion [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Die weißen Blüten, die einen jasminähnlichen Duft verströmen, verblühen rasch und fallen nach circa 3 Tagen ab. Sechs bis sieben Monate nach der Blüte trägt der Strauch reife Früchte. Die Frucht der Kaffeepflanze ist eine kirschähnliche Scheinfrucht (Kaffeekirsche), die 2 Samen, die Kaffeebohnen enthält. In seltenen Fällen befindet sich in der Kaffeekirsche nur eine Bohne, die so genannte Perlbohne.

An das Klima stellt die Kaffeepflanze spezielle Ansprüche. Sie ist frostempfindlich und bevorzugt Standorte, bei denen die mittlere Jahrestemperatur zwischen 15 und 25 Grad beträgt. Robusta- Sorten vertragen mehr Hitze und Feuchtigkeit als Arabica- Sorten. Das Temperaturoptimum für Arabica liegt zwischen 18 und 22 Grad und Feuchtigkeit und Wind sollten so gering wie möglich sein, weshalb Höhenlagen ideal sind.

Während Arabica eher ein Hochlandkaffee ist, sind Robustasorten nicht so empfindlich und werden vorwiegend im feuchteren und wärmeren Flachland angebaut [Edelbauer, 2003].

3. Anbaugebiete

Die größten Anbaugebiete liegen in Afrika und Südamerika, aber auch in Asien, wie Indien, Indonesien, Thailand und Vietnam. Mengenmäßig der größte Kaffeelieferant ist Brasilien. 45% des Weltbedarfs werden mit brasilianischem Kaffee abgedeckt [Wechselberger und Hierl, 2009].

3.1. Arabica

Arabica wird hauptsächlich in Afrika und Südamerika angebaut.

Aus Äthiopien, dem Ursprungsland des Kaffees, beziehungsweise des Arabicas, kommen noch heute große Mengen an Spitzenkaffees, die nass oder trocken aufgearbeitet werden.

Auch Kenia gehört zu den wichtigsten afrikanischen Arabicaproduzenten. Der kenianische Kaffee zählt zu den besten der Welt und hebt sich von anderen Arabicasorten durch seine citrusartigen Säuren und das sehr kraftvolle Aroma ab.

In Südamerika ist Brasilien der größte Lieferant von Arabica Sorten, wie beispielsweise aus dem Anbaugebiet Santos. Wegen dem hohen Marktanteil und den daher enormen Mengen an Kaffee, wird in Brasilien hauptsächlich trocken aufbereitet. Die Kaffees zeichnen sich durch einen besonders milden Abgang aus.

Neben Brasilien der zweit wichtigster Kaffeeproduzent in Südamerika ist Kolumbien. Es gehört zu den drei großen Kaffeeproduzenten der Welt und liefert hauptsächlich Arabicasorten.

In Costa Rica ist der Robusta Anbau sogar verboten, weshalb ausschließlich Arabicaarten kultiviert werden.

Aus Guatemala kommen Kaffees, die zu den besten der Welt gehören. Vorwiegend Arabica- Varietäten werden dort im Hochland im Schattenanbau gezogen.

Auch in Jamaika, Mexico und Ecuador wird hauptsächlich Arabica produziert [Wechselberger und Hierl, 2009].

Die teuersten Kaffeesorten, Arabicasorten, kommen aus Hawaii („Kona“) und Jamaika („Blue Mountain“).

3.2. Robusta

Robusta Sorten werden hauptsächlich in flacheren Gegenden angebaut, wie Uganda, Nigeria, der Elfenbeinküste und Madagaskar.

Auch in Brasilien werden Robustasorten angebaut, ebenso in Kolumbien.

Indien, Thailand, Vietnam gehören zu den asiatischen Robustaproduzenten.

Gerade Indien hat sich seit den neunziger Jahren als Großproduzent am Markt etabliert. Seine Robustasorten werden vorwiegend für Espressomischungen herangezogen.

Zu einem der wichtigsten Robusta Anbaugebieten zählt Indonesien, vor allem die Insel Java hat sich ganz auf den Tieflandkaffee spezialisiert. Dieser Kaffee

wird oft in Mischungen mit Arabicasorten verwendet, um eine herbere Aromanote zu erhalten [Wechselberger und Hierl, 2009].

Der Preis für ein Kilogramm Robusta Rohkaffee liegt meist gut ein Drittel oder mehr unter dem Preis für Arabica [Edelbauer, 2003].

4. Das Rösten

Der Röstvorgang ist sehr wichtig für die Ausprägung des typischen Kaffeegeschmacks. Bei der Verkostung von „Kaffee“ aus grünen Kaffeebohnen haben Bhumiratana et al. [2011] den Geschmack als „nach grünen Bohnen schmeckend“, sauer und erdig beschrieben. Erst nach dem Rösten wurde der charakteristische Kaffeegeschmack wahrgenommen.

Neben der Bildung zahlreicher Aromastoffe, wie ätherische Öle oder Kaffeesäuren, verändert sich auch die Farbe, je nach Röstgrad und die Haltbarkeit. Abhängig davon wie dunkel geröstet wird, verliert die Bohne zwischen 12 und 22 % an Trockensubstanz. Dieser Substanzverlust ist hauptsächlich auf das Verdampfen des Wassers zurückzuführen, welches vor der Röstung zu 6 bis 13% vorliegt. Der Wassergehalt in der gerösteten Bohne liegt dann bei etwa 0,5%, der aber wieder leicht ansteigen kann bis maximal 5% [Edelbauer, 2003].

Aus chemischer Sicht finden während des Röstens viele Umwandlungsprozesse und Veränderungen der Zusammensetzung der Kaffeebohne statt. Polyphenolische Verbindungen werden zum Teil gespalten, Kohlenhydrate werden karamellisiert, organische Verbindungen durchlaufen eine Pyrolyse¹ und es finden Maillard Reaktionen statt [Pellegrini, et al., 2003]. Sowohl aus den Kohlenhydraten und Proteinen, als auch der Chlorogensäure bilden sich Kondensate unterschiedlichster Struktur.

¹ Pyrolyse = Bezeichnung für die thermische Zersetzung chemischer Verbindungen. Oft geht diese Umwandlung mit einem Bruch chemischer Bindungen einher, bei dem aus komplexeren Verbindungen kleinere und einfachere werden. Aber es können sich während der Pyrolyse auch strukturelle Veränderungen ergeben (durch Cyclisierung, Umlagerungen, ...) [Falbe und Regitz, 1999].

Aldehyde, Ketone, Diketone und Furane sowie organische Säuren wie die Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure, Wein- und Zitronensäure werden gebildet.

Auch das Koffein erfährt eine leichte Veränderung durch den Röstprozess. Es wird aus seinem Komplex mit Kaliumionen und Chlorogensäure freigesetzt, nur ein geringer Teil geht durch Sublimation verloren [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Interessanterweise wird während dem Rösten auch eine erstaunliche Menge an Vanillin gebildet. [Czerny und Grosch, 2000]

Geröstet wird der Kaffee in einer Trommel bei einer stufenweise ansteigenden Temperatur bis 220 Grad. Einerseits verliert die Bohne im Röstprozess an Wasser und Substanz, der so genannte „Einbrand“, der je nach Sorte unterschiedlich ist und zwischen 12 und 22% liegt. Andererseits nimmt sie circa bei 150 Grad beträchtlich an Volumen zu [Edelbauer, 2003].

Zu Beginn des Röstprozesses steigt die Temperatur langsam in der Trommel an. Als erstes denaturiert das Eiweiß bei 60-70 Grad Celsius [Edelbauer, 2003]. Auch biogene Amine, deren Gehalt stark von der Qualität der Rohware abhängt, werden in dieser Phase weitestgehend abgebaut. Es konnte eine signifikante Senkung der Konzentrationen an allen im Kaffee nachgewiesenen biogenen Aminen (zum Beispiel Histamin, Tyramin, Serotonin, ...) beobachtet werden. Allerdings haben Oliveira et al. [2005] auch herausgefunden, dass in Kaffeebohnen minderwertiger Qualität eine signifikant höhere Ausgangskonzentration von biogenen Aminen vorhanden ist.

Bei etwa 100 Grad Celsius setzt die Karamellisierung der zuckerhaltigen Verbindungen ein. Die Bohnen verfärben sich. Gleichzeitig kommt es zur Wasserabspaltung, welches sich in den zucker- und eiweißhaltigen Rohfasern einlagert. Die Bohnen blähen sich auf und es kommt zu einer deutlichen Volumenvergrößerung. Dieser Vorgang ist als Knacken und Krachen zu hören.

Ab diesem Zeitpunkt dauert es nicht mehr lange bis zur Vollröstung, die je nach Sorte nach ein paar Minuten erreicht ist.

Der richtige Zeitpunkt zum Abbruch des Röstvorganges erfordert Fingerspitzengefühl. Bei zu frühem, sowie bei zu spätem Abbruch leidet der Flavour, da Aromastoffe entweder noch nicht fertig gebildet wurden oder sich schon wieder verflüchtigen.

In der Praxis werden sehr dunkle Röstungen aber durchaus herangezogen, um minderwertige Qualität zu maskieren. Vor allem Robustasorten, werden oft „übröstet“ [Edelbauer, 2003].

Die grüne Kaffeebohne enthält eine hohe Konzentration an Polyphenolen, wie Chlorogensäure, die hohes antioxidatives Potential haben. Beim Rösten werden einige dieser polyphenolischen Verbindung aber gespalten oder an Polymere gebunden [Anese und Nicoli, 2003].

Ausgeglichen wird dieser partielle Verlust an antioxidativen Komponenten durch die Bildung anderer antioxidativ wirksamer Verbindungen [Crämmer und Kroth, 2006] zum Beispiel Melanoidinen, die ein spätes Produkt der Maillard Reaktionen sind [Ames et al. 1999]. Über die antioxidative Aktivität von Melanoidinen besteht noch Forschungsbedarf. Es wird aber angenommen, dass sie die Fähigkeit haben eine radikale Kettenreaktion zu unterbrechen, Hydroxylradikale zu binden und radikale Sauerstoffspezies einzufangen.

Das optimale antioxidative Gleichgewicht finden wir in nicht zu dunkel geröstetem Kaffee, da gilt, je dunkler geröstet, desto mehr Radikale können wiederum entstehen [Cämmerer und Kroh, 2006].

5. Inhaltsstoffe

5.1. Makronährstoffe

5.1.1 Kohlenhydrate

Vor allem in der noch grünen Kaffeebohne sind Kohlenhydrate die Hauptkomponenten (60-70%, davon 23% Ballaststoffe) [Ebermann und Elmadf, 2008]. Sie liegen in verschiedenen Formen, sowohl als Einfach- als auch Mehrfachzucker vor. Die Polysaccharide Glucomannan, ein wasserlöslicher Ballaststoff, und Cellulose bilden die Gerüstsubstanz der Bohne. Weiters ist das Disaccharid Sucrose und die Monosaccharide Glucose, Galactose, Arabinose, Fructose, Mannose, Manitol, Xylose und Ribose enthalten [De Maria et al. 1996; Parras et al. 2007].

Während des Röstens werden viele dieser Kohlenhydrate, vor allem die Monosaccharide karamellisiert und tragen so zur Geschmacksentwicklung und auch Röstfarbe bei [De Maria et al. 1996].

5.1.2 Fette und ätherische Öle

Etwa 75% des Fettanteils bestehen aus Triglyceriden. Den Rest machen Sterole (Stigmasterol, Sitosterol) und freie Fettsäuren, wie beispielsweise Linol-, Linolen-, Öl-, Palmitin-, Stearinsäure aus [Kurzrock und Speer, 2001].

Auch in der Fettfraktion enthalten sind die Diterpene Cafestol und Kahweol, die beide eine antioxidative Wirkung aufweisen. Darüber hinaus wurde bei diesen Verbindungen aber auch eine LDL- Cholesterin steigernde Aktivität festgestellt, weshalb Patienten mit erhöhtem Cholesterinspiegel eher zu Papierfilterzubereitung, statt Espresso greifen sollten. Durch den Filter werden die Lipide zum größten Teil zurückgehalten, allen voran Cafestol und Kahweol. Die ätherischen Öle setzen sich zusammen aus den Terpenen Eugenol, Guajacol (vor allem im Robusta enthalten) und verschiedenen Alkylphenolen, Furfural, Acetaldehyd, und viele mehr.

Die Lipide werden durch den Röstvorgang am wenigsten verändert. Sie bilden im Röstkaffee neben Polysacchariden den Hauptbestandteil von etwa 15% [Ebermann und Elmadfa, 2008].

5.1.3. Proteine

In der Rohbohne machen Proteine zwischen 10 und 14% der Trockenmasse aus.

Ein nicht unwesentlicher Teil dieser 10-14% sind einige freie Aminosäuren wie, Asparagin, Glutaminsäure, Alanin, Asparaginsäure und Lysin. Für das Röstaroma sehr wichtig sind aber vor allem Methionin und Cystein.

Auch biogene Amine finden sich in der Kaffeebohne, deren Konzentration aber nach dem Röstvorgang abfällt.

Beim Rösten werden die Proteine denaturiert und thermisch abgebaut. Des Weiteren bilden sich zusammen mit Kohlenhydraten in der Maillardreaktion oder mit Abbauprodukten der Chlorogensäure unterschiedliche neue Strukturen, wie Aldehyde, Ketone, Furane, usw. [Ebermann und Elmadfa, 2008].

5.2. Mikronährstoffe

5.2.1 Vitamine und Spurenelemente

Teil der Fettfraktion ist das fettlösliche Vitamin E (α -, β -, γ - Tocopherole und Tocotrienole) [Gonzalez et al. 2001].

Auch einige Spurenelemente sind in der Kaffeebohne enthalten. Dazu zählen Kalium, Magnesium, Calcium, Phosphor, Schwefel, Zink, Nickel und Eisen [Parras et al. 2007].

5.2.2 Weitere Inhaltsstoffe

Weitere Verbindungen, die man in der Kaffeebohne findet, sind eine Reihe flüchtiger und nicht flüchtiger aliphatischer Säuren, Trigonelline, deren Zusammensetzung je nach Sorte unterschiedlich sein kann und auch zur Identifizierung der Herkunft des Kaffees herangezogen werden könnte [Andrade et al. 1998]. Außerdem kommen unterschiedliche Terpene (Pentazyklische Diterpene, Diterpene Alkohole, Ester,...) vor [Speer et al. 1991; Frega et al. 1995].

5.3. Polyphenole

Ein sehr großer Bestandteil sowohl der grünen Bohne, als auch des gerösteten Kaffees und in weiterer Folge dem gebrühtem Getränk sind phenolische Verbindungen.

Phenole sind ubiquitär in den meisten höheren Pflanzen enthalten, und sind auch Bestandteil vieler unserer Nahrungsmittel, wie zum Beispiel Obst, Gemüse, Getreide, Wein und Tee.

Sie zählen zu den sekundären Stoffwechselprodukten und schützen die Pflanze vor pathogenen Keimen, Schädlingen und auch vor ultravioletter Strahlung [Manach et al. 2004]. Für den Menschen haben sie meist eine hohe antioxidative Wirkung und sind somit ein protektiver Faktor gegen viele chronische Krankheiten, wie Herz-Kreislauf-erkrankungen, Krebs oder neurodegenerative Erkrankungen [Scalbert et al. 2005].

Die grüne Kaffeebohne enthält unterschiedliche phenolische Verbindungen, besonders zu erwähnen sind Chlorogensäuren, Kaffeesäure, Ferulasäure und Cumarinsäure. Während des Röstprozesses wird die Zusammensetzung der Polyphenole verändert. Viele Verbindungen werden gespalten oder umgewandelt und leisten einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung des typischen Kaffeegeschmacks [Richelle et al. 2001].

Weitere phenolische Komponenten wie Tannine, Lignane und Anthocyanidine sind auch enthalten, aber nur in sehr geringen Konzentrationen [Farah und Donangelo, 2006].

Chlorogensäure

Chlorogensäuren stellen die größte phenolische Verbindungsklasse im Kaffee dar und können bis zu 14% der Trockenmasse ausmachen [Farah und Danongelo, 2006].

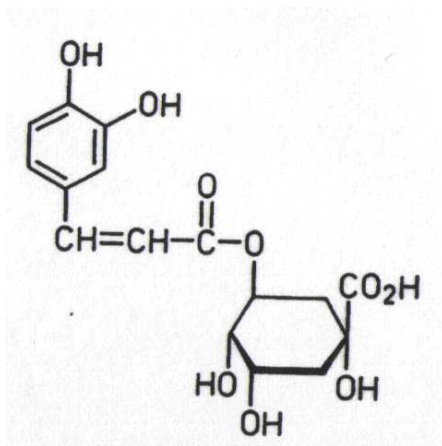


Abb.1: Chlorogensäure (5-o-Kaffeeoylchinasäure) [Baltes, 2000]

Die Chlorogensäure besteht aus einem $C_6H_{18}O_9$ Gerüst und besitzt neben der Säuregruppe mehrere OH-Gruppen, die für die starke antioxidative Wirkung verantwortlich sind. (Abb. 1)

Tatsächlich ist aber der Begriff Chlorogensäure nicht ganz richtig, da sie häufig in einem Gemisch mit Isomeren und Dikaffeesäureestern (die so genannten Isochlorogensäuren) der Chinasäure vorkommt. Zusammen bilden sie die Fraktion der Chlorogensäure [Falbe und Regitz, 1996].

Neben der 5- Kaffeeoylchinasäure sind die häufigsten Isomere die 3-Kaffeeoylchinasäure und die 4-Kaffeeoylchinasäure. Von den 3 Dikaffeeoylchinasäuren (3,4-Dikaffeeoylchinasäure, 3,5-Dikaffeeoylchinasäure, 4,5 Dikaffeeoylchinasäure) sind verhältnismäßig nur kleinere Konzentrationen enthalten.

Auch die Ferulasäure mit ihren 3 Isomeren (3-Ferulachinasäure, 4-Ferulachinasäure, 5-Ferulachinasäure), wird zu den Chlorogensäuren gezählt [Fujioka und Shibamoto, 2008].

Zusammen stellen Kaffeeoylchinasäuren, Dikaffeeoylchinasäuren und Ferulasäuren 98% der Chlorogensäuren dar. Die restlichen 2% machen Ester der Feruloylkaffeechinasäure, Kaffeeoylferuloylchinasäuren und p-Cumarinsäuren aus.

Chlorogensäure bildet mit Koffein Komplexe in einem Verhältnis 1:1 und kann möglicherweise auch andere Alkaloide, Purine, Paraxanthine binden.

Das erklärt, warum in Robustasorten, die im Vergleich mit Arabicasorten höhere Chlorogensäurewerte aufweisen, auch immer höhere Koffeinkonzentrationen auftreten [Campa et al. 2005].

Der Chlorogensäuregehalt ist je nach Kaffeearten unterschiedlich. In den Arabica Sorten ist prinzipiell weniger Chlorogensäure enthalten, im Mittel um die 6%. Im Unterschied dazu kann der Gehalt in Robustasorten zwischen 8-10%, in Einzelfällen auch höher, liegen [Falbe und Regitz, 1996].

Aber auch die Sorte, also das Anbaugebiet der Kaffeebohne ist ausschlaggebend. Es konnten Unterschiede zwischen Ost-, West- und Zentralafrika beobachtet werden. So findet man die niedrigsten Chlorogensäurewerte in Westafrika. In Ost- und Zentralafrika wurden höhere Konzentrationen gemessen, wobei die Spitzenreiter aus Zentralafrika kommen [Campa et al. 2005].

Ein weiterer entscheidender Faktor für den Chlorogensäuregehalt ist der Reifegrad der KaffEEKirsche. Unreife Kirschen haben viel höhere Chlorogensäurekonzentrationen, als reife Früchte. Daher ist der Erntezeitpunkt maßgeblich an der Kaffeequalität beteiligt [Farah et al. 2006].

Auch andere botanische Parameter führen zu einer erhöhten Chlorogensäureproduktion, wie etwa Kälte, „Trockenstress“ [Grace, et al. 1998] und die Verwendung von stickstoffreichen Düngern [Malta et al. 2003].

Während des Röstprozesses wird ein großer Prozentsatz der Chlorogensäuren isomerisiert, hydrolysiert oder in niedermolekulare Verbindungen zerlegt. Durch

die sehr hohen Temperaturen wird auch ein Teil der Säuren in Quinolaktone umgewandelt [Farah et al. 2005]. Außerdem ist die Chlorogensäure auch an der Bildung polymerer Strukturen, wie Melanoidinen beteiligt [Andriot et al. 2004].

Die Chlorogensäure ist einerseits maßgeblich an der antioxidativen Wirkung des Kaffees beteiligt, andererseits leistet sie aber auch einen wichtigen Beitrag für den Kaffeegeschmack. Speziell die Abbauprodukte der Chlorogensäure, die während der Röstung entstehen, bestimmen die Bitterkeit des Kaffees. Diese Tatsache erklärt, warum Robustasorten viel bitterer schmecken, als Arabicakaffee [Campa et al. 2005]. Auch die Adstringenz und der schale Geschmack von altem Kaffee können der Chlorogensäure und deren Abbauprodukte zugeschrieben werden [Risso et al. 2007].

An dieser Stelle muss auch erwähnt werden, dass die Chlorogensäure stark mit der Qualität („cup quality“) korreliert. Je höher der Gehalt an Chlorogensäure, desto schlechter die Qualität.

Die Konzentration der Chlorogensäuren ist einerseits abhängig von der Kaffeeart und ein Unterscheidungsmerkmal von Arabica und Robusta, da Robustasorten in der Regel höhere Konzentrationen aufweisen.

Auf der anderen Seite sind aber auch die Behandlung und die Qualität der Rohbohne ausschlaggebend. So weisen sowohl zu hell geröstete Kaffees, als auch unreife und defekte Rohbohnen sehr hohe Chlorogensäurewerte auf [Farah et al. 2006].

5.4. Alkaloide

Zu den Alkaloiden, die in der Kaffeebohne enthalten sind, zählen Purinalkaloide und Pyridinalkaloide.

Wichtigster Vertreter der Purinalkaloide ist das Koffein (1,3,7- Trimethyl-2,6-dioxopurin). In viel kleineren Konzentrationen findet man außerdem Theobromin, Theophyllin und Allantoin.

Das bedeutendste Pyridinalkaloid ist das Trigonellin.

Der Alkaloidgehalt in der grünen Kaffeebohne liegt allgemein bei 2-3%, wobei dieser in erster Linie aus Koffein und Trigonellin besteht [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Koffein

Koffein ist ein Alkaloid, das in einigen Pflanzen natürlich vorkommt, wie Kaffee und schwarzem Tee. Aber es wird heute auch als Zusatzstoff in Energydrinks, Softdrinks, usw. verwendet [Keast, 2008].

Entdeckt wurde es 1820 vom deutschen Apotheker und Chemiker Friedlieb Ferdinand Runge [Edelbauer, 2006].

Chemisch gesehen ist Koffein ein 1,3,7 Trimethylxanthin (Trimethyl-Oxypurin), gehört also zur Stoffgruppe der Xanthine (Purinalkaloide). (Abb. 2)

Es schmeckt leicht bitter, ist aber geruchslos [Jacob, 2006].

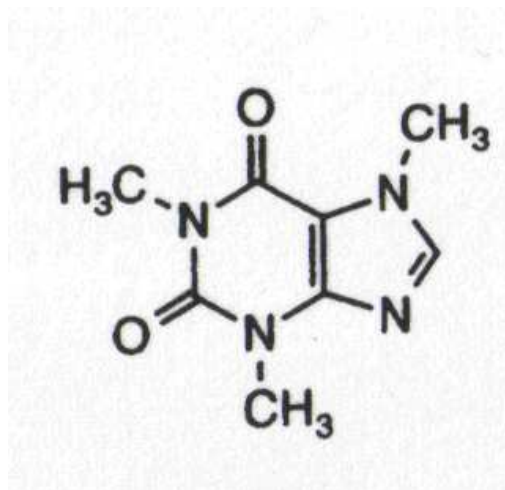


Abb. 2.: Strukturformel von Koffein, $C_8H_{10}N_4O_2$ [Baltes, 2000]

Verwandte des Koffeins sind die Methylxanthine Theophyllin und Theobromin, die unter anderem in Kakao vorkommen.

Koffein wirkt stimulierend auf das Gehirn, da es als Antagonist von Adenosin agiert. Das bedeutet eine gesteigerte Erregbarkeit des adenosin-sensitiven sympathischen Nervensystems [Keast, 2008].

Einerseits äußert sich das physisch durch eine erhöhte Leistungsfähigkeit, schnellere Reflexe und verminderte Müdigkeit. Andererseits werden auch kognitive Fähigkeiten verbessert. Eine gesteigerte Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit und schnellere Reaktionsfähigkeit sind nur einige Beispiele.

Zusätzlich kommt es zu einer Erhöhung des Serotoninspiegels, was die persönliche Stimmung positiv beeinflusst. Es macht allerdings keinen Unterschied, ob das Koffein über Tee oder Kaffee aufgenommen wird [Quinlan et al. 2000].

In der grünen Bohne liegt es hauptsächlich in Verbindung mit Chlorogensäure vor. Beim Röstvorgang wird Koffein aus diesem Komplex freigesetzt. Nur ein geringer Teil geht durch Sublimation verloren [Ebermann und Elmadfa, 2008]. Im Kaffee ist das freie Koffein dann gemeinsam mit anderen Verbindungen für den bitteren Geschmack mitverantwortlich. [Farah und Donangelo, 2009].

5.5. Weitere Verbindungen

Melanoidine

Melanoidine sind eine heterogene Gruppe braun gefärbter Pigmente, die während der Maillard Reaktion entstehen und häufig zur Farbgebung gerösteter oder erhitzter Lebensmittel beitragen [Falbe und Regitz, 1999].

Auch im Kaffee sind sie für die braune Farbe der gerösteten Bohnen verantwortlich. Ausgangsstoffe für ihre Bildung sind reduzierende Zucker und

Verbindungen mit einer freien Aminogruppe, wie freien Aminosäuren oder der Aminogruppe von Peptiden, beides ist im Rohkaffee vorhanden.

Über ihre Bedeutung ist man sich noch nicht endgültig im Klaren. Ein antioxidatives Potential wird angenommen und gilt als sehr wahrscheinlich. Mestdagh und Collin haben 1999 noch eine weitere Eigenschaft vermutet.

Sie haben angenommen, dass Melanoidine möglicherweise mit Flavourkomponenten reagieren und interagieren können und somit das Aroma beeinflussen. Und tatsächlich konnte gezeigt werden, dass Melanoidine beispielsweise geruchsaktive Thiole kovalent binden [Andriot et al. 2004].

Die Retention von Aromakomponenten durch Melanoidine hängt von deren chemischen Struktur ab. So werden beispielsweise Ester oder Ketone abhängig von ihrer Kettenlänge zurückgehalten. Je länger die aliphatische Kette, desto höher die Retentionszeit. Auch die Konzentration, in der die Melanoidine vorliegen, dürfte eine Rolle spielen.

Noch eine zweite Beobachtung konnten Andriot et al. [2004] machen. In dunkel geröstetem Kaffee, sind Melanoidine mit sehr hohem Molekulargewicht vorherrschend. Melanoidine mit niedrigerem Molekulargewicht sind in der Lage Saccharin zu binden. Daher wird vermutet, dass die schwereren Melanoidine Aromakomponenten möglicherweise in einem geringeren Ausmaß zurückhalten.

Um die Bedeutung dieser Verbindungen aber restlos zu klären, ist zukünftige Forschung nötig.

Geschmack / Flavour vom Kaffee

Geschmack und Flavour sind ein wichtiger Faktor für die Kaufentscheidung des Kunden [Denker et al. 2004].

Das folgende Kapitel soll die Unterschiede dieser beiden Begriffe erläutern.

1. Was ist Geschmack?

Der Geschmacksinn ist einer der fünf menschlichen Sinne und ist ein Nahsinn. Das bedeutet die zu schmeckenden Substanzen müssen direkten Kontakt mit der Zunge haben, um einen Geschmackseindruck zu erzeugen.

Das eigentliche Schmeckorgan ist nicht die Zunge selbst, sondern die Geschmacksknospe, die zu mehreren auf der Zunge, in der Mundhöhle und im Rachen verteilt sind. Je nach Form dieser Gruppierung unterscheidet man zwischen Pilz-, Wall- und Blätterpapillen, die unterschiedlich viele Geschmacksknospen enthalten.

Lediglich der vierte Papillentyp, die Fadenpapille ist frei von Geschmacksknospen. Sie rauhen die Zungenoberfläche auf und vermitteln dadurch Texturempfindungen.

Ein Erwachsener besitzt durchschnittlich 2000 – 4000 Geschmacksknospen.

Jede dieser Knospen besitzt Sinneszellen, die das chemische Signal in einen elektrischen Impuls umwandelt und an das Gehirn weiterleitet. Dort wird die Information verarbeitet und ein Geschmackseindruck entsteht [Derndorfer, 2010].

Derzeit sind 5 Grundgeschmacksarten bekannt: süß, salzig, bitter, sauer und umami. Im Kaffee ist wohl der bittere Geschmack der wichtigste von den 5 Basalqualitäten.

2. Was ist Flavour?

Der englische Begriff „flavour“ (Aroma) beschreibt vereinfacht ausgedrückt Geschmackseindrücke, die über die 5 Grundgeschmacksarten hinausgehen.

In der Lebensmittelsensorik wird „Flavour“ allerdings als multisensorische Empfindung und also Zusammenspiel mehrerer Sinnesorgane gesehen.

Man kann sagen der Flavour umfasst den Gesamteindruck, der sich aus olfaktorischen, gustatorischen, trigeminalen und haptischen Eindrücken im Mund-Nasen Bereich zusammensetzt.

Er beschreibt also das Zusammenwirken von sowohl Geruchs- als auch Geschmacksinn. Darüber hinaus spielen auch der Tastsinn (haptisch) und die Erregung des Trigemiusnervs (zum Beispiel durch Schärfe) eine Rolle.

Darüber hinaus haben visuelle Eindrücke, und auch auditive Reize eine große Bedeutung [Auvray und Spence, 2008].

3. Der Kaffee flavour

Der Kaffee flavour ist sehr stark vom Rösten der Rohbohnen abhängig. Die meisten wichtigen Aromastoffe bilden sich erst durch das kontrollierte Erhitzen.

Viele Substanzen, die in der Rohbohne als solche gar nicht vorhanden sind, aber für das typische Röstaroma verantwortlich sind, entstehen erst durch den Röstvorgang. Dazu zählen Isopren, Methylformiat, Acetylpropionyl und Diacetyl.

Der charakteristische bittere Geschmack kommt zum einen durch den thermischen Proteinabbau zustande, bei dem einige Bitterstoffe, wie Diketopiperazine entstehen [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Darüber hinaus leisten die Chlorogensäuren einen wichtigen Beitrag. Diese werden während des Röstprozesses teilweise abgebaut. Von den entstehenden phenolischen Substanzen schmecken einige bitter [Clifford, 1985].

Das ist auch die Erklärung dafür, dass Robustasorten viel bitterer schmecken im Vergleich zu Arabicas. Der Robusta enthält im Durchschnitt mehr Chlorogensäure und auch Koffein, welches auch eine Bitterkomponente ist [Illy und Viani, 2005].

Koffein selbst ist aber nur für 10% der Bitterkeit im Kaffee verantwortlich [Variyar et al. 2003].

Der süße Geschmack im Kaffee ist hauptsächlich das Resultat der Oligosaccharide, die während dem Rösten aus Mannan und Arabinogalactan freigesetzt werden. Daneben tragen auch einige Ketone oder Furane zur Süße des Kaffees bei.

Die süße Geschmacksnote hat einen positiven Einfluss auf die Gesamtharmonie des Kaffee flavours allgemein [Nebesny und Budryn, 2006].

Eher geringer ausgeprägt ist der saure Geschmack. Bei Arabicasorten ist der Säuregehalt im Durchschnitt größer, als in Robustasorten.

Er kommt im Kaffee einerseits zustande, da flüchtige Säuren, wie die Zitronensäure beim Rösten entstehen [Nebesny und Budryn, 2006].

Andererseits hängt es auch mit der Behandlung der Rohbohnen zusammen. Bei der „nassen Aufbereitung“ werden die Bohnen einem Fermentationsprozess unterzogen. Im Zuge dessen viele Säuren gebildet werden, im Vergleich zur „trockenen Aufbereitung“ die gänzlich ohne Fermentation verläuft [Edelbauer, 2006].

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Säuren im Kaffee aber durchaus erwünscht sind und für ein spritziges, lebendiges und fruchtiges Geschmacksbild sorgen [Wechselberger und Hierl, 2011].

Ein wichtiges Attribut ist auch die angebrannte Note. Diese hängt vom Röstgrad ab und sollte nie zu stark ausgeprägt sein. Bei sehr dunkel geröstetem Kaffee erreicht sie die höchste Intensität. Sie resultiert aus Fettabbauprodukten und hohen Konzentrationen von Furanen, Pyridinen und Thiazol. Nebesny und

Budryn [2006] konnten außerdem feststellen, dass Robustaprogen ein intensiveres angebranntes Aroma besitzen.

Interessanterweise sind sowohl der röstige Flavour, als auch die negativen Flavourkomponenten „erdig“ und „holzig“ mit Pyrazinen assoziiert. Die holzige und röstige Note des Kaffees wird hervorgerufen durch 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine und der erdige Flavour durch 2-ethyl-6-methylpyrazin [Maeztu et al. 2001].

Die Schlüsselsubstanz des erdigen Flavours im Robusta ist aber 2-Methylisoborneol, welches in Arabicasorten nicht vorkommt [Variyar et al. 2003].

Der fruchtige Flavour wird durch Acetaldehyde und Propanal hervorgerufen [Sammelroch und Grosch, 1995].

Für die Adstringenz, die eng mit dem bitteren Geschmack verbunden ist, sind auch hauptsächlich die Chlorogensäuren verantwortlich [Farah et al. 2006].

Um Kaffee sensorisch beurteilen zu können, ist es wichtig zu wissen, welche Eigenschaften guter Kaffee haben soll.

Illy und Viani [1995] haben in ihrem Buch die Vorstellung von gutem Kaffee und die wichtigsten Qualitätskriterien gut zusammengefasst. Dieser soll bitter-süß schmecken, das heißt die Bitterkeit wird ergänzt, oder viel mehr gedämpft durch eine dezente Süße. Des Weiteren sollte ein guter Kaffee zu Beginn eine leicht saure Note aufweisen. Außerdem ist ein starker Körper mit intensivem allgemeinem Kaffee flavour und lang anhaltendem Kaffeenachgeschmack gefragt.

Ergänzen könnte man diese Liste noch mit einem möglichst weichen Abgang [Edelbauer, 2006].

3.1. Kaffeebewertung

Die Methode der Wahl bei der Beurteilung von Kaffee sind, wie in der Lebensmittelindustrie üblich, sensorische Analysen. Ein trainiertes Panel bewertet sowohl die Qualität der Rohbohne, als auch den Geschmack und die Flavourattribute des gebrühten Getränks [Munoz et al. 1992].

Aufgrund der großen Anzahl an Aromakomponenten im Kaffee, ist die Attributenliste lang.

Mehrere Forschergruppen haben das Aromaprofil und die geeignete sensorische Beschreibung von gebrühtem Kaffee zum Forschungsgegenstand gemacht.

2010 entwarfen Hayakawa et al. ein japanisches Lexikon mit Attributen, die bei der Bewertung von gebrühtem Kaffee eine Rolle spielen. Sie kamen auf insgesamt 127 Begriffe, 7 für das Aussehen, 61 den Geruch, 23 für den Geschmack/Flavour, 8 für das Mundgefühl und 28 Attribute den Gesamteindruck betreffend [Hayakawa et al. 2010].

2 Jahre davor, 2008 führten Seo et al. [2008] eine Studie durch mit dem gleichen Ziel, relevante Attribute für die Kaffeebeurteilung zu finden. Dazu befragten sie 100 Konsumenten, 15 trainierte Panelisten und recherchierten in Massenmedien und Werbung. Insgesamt wurden von ihnen 74 repräsentative Begriffe ausgewählt, um gebrühten Kaffee zu beschreiben.

Auch die International Coffee Organization benutzt ein Vokabular, welches 18 Flavourattribute, 5 Geschmacksarten und 2 Mundgefühlparameter enthält. [www.ico.org]

4. Milch

4.1. Einfluss von Milch auf den Flavour von Kaffee

Vor allem die Makromoleküle, wie Proteine scheinen die Fähigkeit zu haben, Flavourkomponenten zurück zu halten [Andriot et al. 2004].

Proteine bilden kovalente Bindungen und reversible Wasserstoffbrücken zu Flavourkomponenten auf und verhindern somit die Freisetzung der Substanzen. Vor allem das Molkenprotein spielt dabei eine große Rolle. Bei Zugabe von Molkenproteinen werden Aromaverbindungen stärker zurückgehalten, als bei Zugabe von Casein [Denker et al. 2006].

Vor allem das im Robusta vorkommende 2-methoxyphenol (Guajakol) wird bis zu 50% reduziert freigesetzt.

Diese Bindung der flüchtigen Flavourkomponenten an die Proteine kann allerdings vom Speichel wieder aufgelöst werden, sodass sich nur bei wenigen Verbindungen (Phenylacetaldehyd, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine, 2-methoxyphenol) signifikante Reduzierungen ergeben [Denker et al. 2006].

Fett agiert möglicherweise als Lösungsmittel für lipophile Aromastoffe und reduziert so die Flüchtigkeit dieser Verbindungen.

Auch das Milchfett hält einige Aromastoffe zurück. Eine signifikante Hemmung konnten Denker et al. [2006] aber nur bei 2-Methoxyphenol (Guajakol) feststellen.

Einen Einfluss des Milchfetts auf die Bitterkeit und auf das Koffein hat auch Keast [2008] untersucht. Er kam zu dem Ergebnis, dass sowohl das Milchfett, als auch der Koffeingehalt signifikante Haupteffekte für die Ausprägung des bitteren Geschmacks sind.

Die Bitterkeit erhöht sich mit Erhöhung der Koffeinkonzentration. Des Weiteren gibt es einen signifikanten Unterschied in der Intensität des bitteren Geschmacks zwischen 0% Milchfett und 2% beziehungsweise 4% Milchfett.

Erstaunlicherweise hat aber hier das Fett nicht den bitteren Geschmack zurückgehalten, sondern scheinbar verstärkt. Denn die Koffeinelösung mit 0% Fett in der Milch war weniger bitter, als jener mit der 4% Fettmilch.

III. Methoden und Materialien

1. Material

1.1. Kaffee

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 2 Kaffeesorten (sortenrein) hinsichtlich verschiedener Flavourattribute mit und ohne Milch miteinander verglichen.

Bei den Kaffeesorten handelte es sich um eine Arabica (*Santos*)- und eine Robustasorte (*Uganda*) (Tab.1), die mit unterschiedlichen Mengen einer Vollmilch (3,6%) von Ja! Natürlich oder einer Leichtmilch (0,1%) von Schäringer- „Die schlanke Linie“ versetzt wurden.

Die Panelisten beurteilten mittels QDA die Intensität verschiedener Geschmacks- und Flavourattribute des Kaffees ohne beziehungsweise mit Vollmilch und entrahmter Milch.

Der gesamte Kaffee, wurde vom *Institut für Kaffee-Experten-Ausbildung* (1130 Wien, Hofwiesengasse 48, Volkshochschule Hietzing) zur Verfügung gestellt und dort frisch geröstet (Tab. 1).

Geröstet wurde händisch in kleinen Rösttrommeln in mehreren Durchgängen. Dabei wurde auf eine einheitliche Röstfarbe beider Sorten geachtet. Danach wurden sie in Aromabeutel verpackt und innerhalb von 4 Wochen aufgebraucht. Die Analysen fanden im Zeitraum vom 15.6. bis 22.6. 2011 im Sensoriklabor des *Instituts für Ernährungswissenschaften* an der *Uni Wien* statt.

Tab.1: Untersuchte Kaffeesorten mit Röstdauer und dem Röstdatum

Kaffeesorte	Ursprungsland	Röstdauer	Röstdatum
Arabica	Brasilien (Santos)	ca. 12 min (deutlicher „Knackpunkt“ ² nach 8 min)	30.5. 2011
Robusta	Uganda	ca. 15 min (kein deutlicher Knackpunkt, späte Farbentwicklung)	1.6. 2011

1.2. Kaffeezubereitung

Der Kaffee wurde an jedem Analysetag frisch gemahlen und danach mit einer Filtermaschine zubereitet. (Abb. 3)

Als Ausgangsrezept wurde der große Mokka, auch großer Schwarzer genannt, gewählt, bei dem pro Tasse mit 14 g Kaffeepulver gerechnet wird. Für den Aufguss werden circa 130 ml Wasser benötigt, das ergibt circa 100 ml Kaffee [Edelbauer, 2003].

Den Panelisten wurden vier Proben angeboten. Die erste Probe war schwarzer Kaffee, der als Referenz diente. Die drei anderen Proben wurden mit Vollmilch (3,6% Fett) beziehungsweise Leichtmilch (0,1% Fett) versetzt. (Tab. 2)

² „Knackpunkt“: ist der Zeitpunkt des Röstvorganges, bei dem es zur Wasserabspaltung in der Bohne und in weiterer Folge zur Volums Vergrößerung kommt. Die Bohnen blähen sich auf und das ist als Knacken zu hören. Für den Röster ist es das Zeichen die Hitzeeinwirkung zu drosseln bis das Knacken vorbei ist und die Bohnen gut zu durchmischen. Bis zur Vollröstung dauert es ab diesem Zeitpunkt nicht mehr lange. [Edelbauer, 2003]

Tab. 2: Probendarbietung: Kaffee- und Milchmengen

Probe 1	50 ml Kaffee schwarz (Referenz)
Probe 2	50 ml Kaffee mit 10 ml Milch pro 100 ml
Probe 3	50 ml Kaffee mit 20 ml Milch pro 100 ml
Probe 4	50 ml Kaffee mit 30 ml Milch pro 100 ml

Für die frische Zubereitung des Kaffees standen folgende Materialien und Geräte zur Verfügung: (Tab. 3)

Tab.3: Verwendete Materialien

Kaffeemühle	Zassenhaus Kaffeemühle Brasilia
Kaffeemaschine	Philips
Filter	Melitta 1*4
Milch	Ja! Natürlich Vollmilch (3,6% Fett)
	Leicht Milch (0,1% Fett) von Schärdinger- Die schlanke Linie



Abb. 3.: Kaffeezubereitung: Kaffee wurde mit Zassenhaus Kaffeemühle gemahlen und anschließend in eine Philips Filtermaschine mit Melitta Papierfilter gebrüht.

1.3. Panel

Das Panel bestand pro Analysetag aus 10 Testpersonen, die an einer QDA (Quantitative Deskriptive Analyse) in 2 Durchgängen teilnahmen.

Jeder Panelist bekam 4 Proben, die mit Zufallszahlen kodiert waren, zur Bewertung. Die Kaffeeproben wurden den Teilnehmern warm bei einer Temperatur von (64 °C) auf vorgewärmten Heizplatten serviert. (Abb. 4)



Abb.4: Probendarbietung: 4 Proben, die mit Zufallszahlen codiert waren, wurden den Panelisten in vorgewärmten Tassen auf einer Heizplatte serviert.

1.: Kaffee schwarz; 2.: Kaffee mit 10 ml Milch/100 ml; 3.: Kaffee mit 20ml Milch/100ml; 4.: Kaffee mit 30 ml Milch/100ml

2. Methode

2.1. QDA (Quantitative Deskriptive Analyse)

Die QDA ist eine deskriptive sensorische Methode, mit dem Ziel ein Produktprofil zu erstellen. Sie läuft in 2 Phasen ab. In der ersten Phase werden Produkt Attribute (Tab. 4) festgelegt. Das heißt Aussehen, Geruchs- und Geschmacks- beziehungsweise Flavoureigenschaften, die das jeweilige Produkt am best möglichen beschreiben, werden ausgewählt und definiert.

Diese werden dann in der 2. Phase anhand einer Skala in ihrer Intensität bewertet.

Es ist eine Analyse, bei der die persönliche Meinung und subjektive Eindrücke keinen Einfluss haben dürfen. Die Panelisten bewerten objektiv die Intensität verschiedener Attribute (Geschmack, Geruch, Aussehen, Mundgefühl, ...) auf einer Skala von 1-10 [Stone et al. 1974].

2.2. Spiderweb

Ein Spiderweb ist ein Netzdiagramm, das wie der Name schon sagt einem Spinnennetz ähnelt. Es ist ein Produktprofil und dient der grafischen Darstellung der QDA Ergebnisse. Wobei für die Bewertung der Attributsunterschiede der Produkte die Skala der QDA von 0 – 10 herangezogen wird. Je weiter vom Ursprung die Bewertung des Attributes liegt, desto intensiver ist es.

2.3. PCA (Principal Component Analysis)

Die PCA oder Hauptkomponentenanalyse ist ein Element aus der multivariaten Statistik. Sie erlaubt Daten zusammenzufassen und wie der Name schon sagt die Hauptkomponenten herauszufiltern. Der Vorteil dieses Tests besteht darin aus vielen Variablen die relevanten aufzuzeigen und eventuell lineare Zusammenhänge zu entdecken.

Die PCA geht von Korrelationen aus, die es erlauben zahlreiche Variablen auf wenige Komponenten („Faktoren“) zu reduzieren [Schendera, 2004].

Dabei werden Linearkombinationen aus den Variablen errechnet und damit neue, „künstliche“ Variablen (Hauptkomponenten) erzeugt [Henrion und Henrion, 1995].

2.4. Statistische Auswertung

Alle Auswertungen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS gemacht. Es wurde das allgemeine lineare Modell herangezogen, um multivariate

Mittelwertvergleiche anzustellen und zu testen, ob diese signifikant unterschiedlich sind. Alle Signifikanzen wurden mit einem Alphaniveau von 5% gemacht. Außerdem wurde für einige Attribute die bivariate Korrelation nach Pearson bestimmt, um so etwaige Zusammenhänge deutlich zu machen.

Die PCA wurde ebenfalls mit SPSS errechnet. Zusätzlich wurden Spiderwebs mithilfe von Excell erstellt.

3. Die Attributenliste

Die Basis für die Erstellung der Attributenliste (Tab. 4) der evaluierten Kaffeeproben war die Untersuchung von Seo et al. [2009], bei der 74 das Aussehen, den Geruch, den Geschmack und das Mundgefühl des Kaffees beschreibende Attribute als relevant erachtet wurden.

Tab. 4: Attributenliste für Kaffee

<u>Flavour / Geschmack</u>	
Kaffeeflavour allgemein	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Flavours von Kaffee (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour- röstig	Flavour assoziiert mit geröstetem Kaffee (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour – angebrannt	Flavour assoziiert mit angebrannten Speisen (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour – holzig	Flavour assoziiert mit Holzmaterialien (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour – erdig	Flavour assoziiert mit feuchter Erde (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)

Flavour – heuartig	Flavour assoziiert mit getrocknetem Gras, Heu (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour – fruchtig	Flavour assoziiert mit Früchten, Beeren (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour – Bitterschokolade	Flavour assoziiert mit Bitterschokolade (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour- Milch	Flavour assoziiert mit Milch und Milchprodukten (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Flavour – Sahne	Flavour assoziiert mit Sahne und Sahneprodukten (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Geschmack – sauer	Grundgeschmacksart; Geschmack der Zitronensäurelösung (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Geschmack – bitter	Grundgeschmacksart; Geschmack der Koffeinelösung (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Geschmack – süß	Grundgeschmacksart; Geschmack der Saccharoselösung (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
<u>Mundgefühl</u>	
Viskosität	Beurteilung der Fließfähigkeit des Kaffees (von dünnflüssig bis dickflüssig)
Adstringierend	Zusammenziehender oder kribbelnder Eindruck auf den Oberflächen und/oder Seiten von Zunge und Mund, erinnernd an das Trinken von schwarzem, sehr starkem Tee (von nicht adstringierend bis sehr adstringierend)

Mundbelag	Belag, der eine ölige Schicht auf Zunge, Gaumen und Lippen hinterlässt- belegtes Mundgefühl (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Körper	Fähigkeit des Getränks den Mund zu füllen (von leicht bis schwer)
Schluckbarkeit	Reibungslose Schluckbarkeit (von mühevoll bis reibungslos)
<u>Nachgeschmack</u>	
Kaffee allgemein	Zurückbleibender Eindruck nach einer Minute nach dem Herunterschlucken des Kaffees (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Bitter	Anhaltender bitterer Geschmack 1 Minute nach dem Herunterschlucken des Kaffees (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Milch	Anhaltender Milcheindruck 1 Minute nach dem Herunterschlucken des Kaffees (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)

Für die Attributenliste wurden nur relevante Flavourattribute und die 3 Grundgeschmacksarten bitter, sauer, süß, sowie Nachgeschmacks – und Mundgefühlattribute gewählt.

Der allgemeine Kaffee flavour, wie auch der Röstnote sind sehr ausschlaggebende Attribute, für die allgemeine Beurteilung von Kaffee, egal welcher Sorte. Robustasorten weisen darüber hinaus oft einen sehr erdigen, holzigen und auch heuartigen Flavour auf. Eine fruchtige Note wird mit Arabicasorten assoziiert.

IV. Ergebnisse

1. Arabica Kaffee

1.1 mit Vollmilch (3,6% Fett)

Am Produktprofil lässt sich gut erkennen, dass einige Kaffee Attribute stärker durch die Milchzugabe beeinflusst wurden und andere weniger. So war der holzige, erdige und heuartige Flavour, der eher dem Robusta zugesprochen wird nicht sehr stark ausgeprägt und wurde auch nicht sehr stark durch die Milch mit 3,6% Fett beeinflusst. Beim allgemeinen Kaffee flavour und - Nachgeschmack hingegen nahm die Intensität mit steigender Milchmenge ab. Auch die Ausprägung des röstigen Flavours oder der bittere Geschmack sowie Nachgeschmack war dosisabhängig. (Abb. 5)

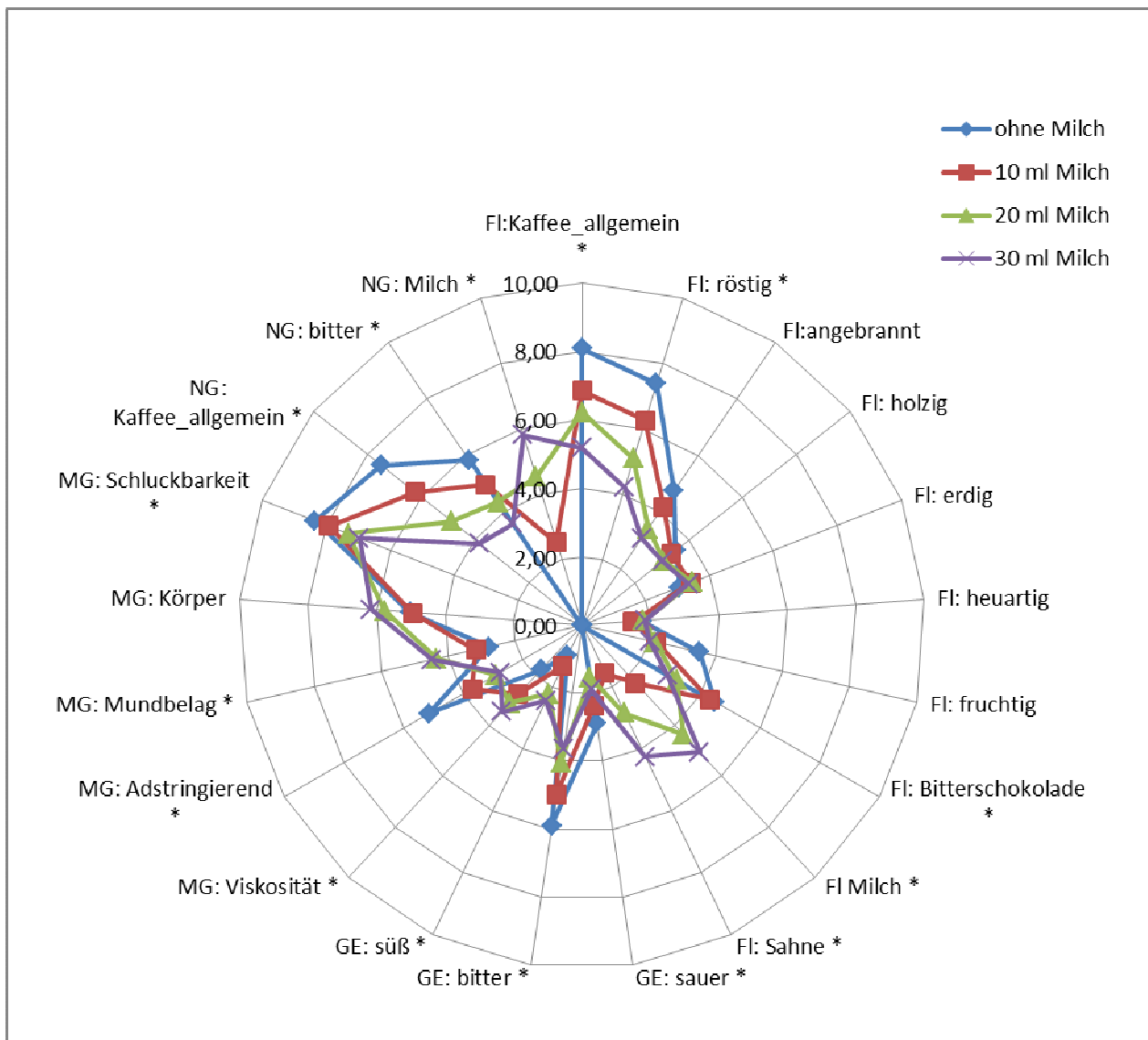


Abb.5: Produktprofil von Arabica mit und ohne Milchezugabe (Vollmilch – 3,6% Fett).

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

Flavour

Die beim Arabica schwach ausgeprägten Attribute holzig, erdig, heuartig veränderten sich nach der Milchezugabe kaum. Die fruchtige Flavournote, die bei

einigen Arabicasorten stark ausgeprägt ist, wies in diesem Fall nur einen knapp signifikanten ($p = 0,048$) Abfall mit der Milchzugabe von 30 ml auf.

Wie schon durch die Betrachtung des Profils vermutet, gab es beim allgemeinen und röstigen Flavour signifikante Unterschiede abhängig von der zugesetzten Milchmenge. Bei beiden Attributen bestand schon ab 10 ml Milch ein signifikanter Abfall der Intensität (allgemeiner Kaffee flavour $p = 0,028$; röstig $p = 0,038$).

Nicht mehr signifikant war hingegen der Unterschied zwischen den Proben mit 20 ml und 30 ml Milchzugabe.

Zwischen dem Kaffee flavour allgemein und dem röstigen Flavour bestand ein signifikanter positiv linearer Zusammenhang ($r = 0,57$ nach Pearson, $p < 0,05$). Je ausgeprägter also der Kaffee flavour, desto deutlich wurde auch der röstige Flavour wahrgenommen. Das heißt, dass der röstige Flavour ganz klar mit dem allgemeinen Kaffee flavour assoziiert war. (Abb. 5)

Außerdem war eine negative Korrelation zwischen dem allgemeinen Kaffee flavour und dem Milch ($r = -0,68$ nach Pearson; $p < 0,05$) und Sahne Flavour ($r = -0,65$ nach Pearson; $p < 0,05$) zu beobachten. Mit der Milchzugabe nahm die Intensität des Kaffee flavours ab und umgekehrt je weniger Milch im Kaffee, desto intensiver war der Kaffee flavour.

Der Milch und Sahne Flavour nahmen mit steigender Milchmenge zu.

Beim sahnigen Flavour konnten zwischen allen Proben signifikante Unterschiede beobachtet werden. Für den Milch flavour konnte ein signifikanter Anstieg ($p = 0,00$) der Intensität bei 10 ml Milch beobachtet werden. Anders als beim Sahne Flavour, konnte beim Milch flavour zwischen 20 und 30 ml Milch aber kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt werden.

Die Korrelation zwischen dem milchigen und sahnigen Flavour war signifikant mit einem hohen Korrelationskoeffizient ($r = 0,77$ nach Pearson; $p > 0,05$), der auf einen starken linearen Zusammenhang hinweist. Je mehr Milch zugesetzt wurde, desto sahniger und milchiger schmeckte die Probe.

Die Bitterschokoladenote nahm kontinuierlich ab. Die Probe mit 20 ml Milch schmeckte signifikant weniger intensiv ($p = 0,049$) nach Bitterschokolade, als die Probe ohne Milch. Die Differenz zwischen der Probe mit 20 ml und 30 ml Milch war nicht signifikant.

Geschmack und Nachgeschmack

Die Grundgeschmacksarten wurden durch die Milchzugabe auf verschiedene Weise beeinflusst. Die Intensität des sauren Geschmacks wurde durch die Milch kaum verändert. Lediglich der Unterschied zwischen dem schwarzen Kaffee im Vergleich zur Probe mit der höchsten Milchmenge (30 ml/100 ml Kaffee) war signifikant ($p = 0,023$).

Die Wahrnehmung des bitteren Geschmacks war im Gegensatz dazu stark abhängig von der Milchmenge. Die Bitterkeit sank je mehr Milch zugesetzt wurde. Wobei die Probe mit 10 ml Milch im Vergleich zum schwarzen Kaffee noch keine signifikante Veränderung zeigte. Erst ab 20 ml Milch kam es zu einer signifikanten Reduzierung der wahrgenommenen Intensität des bitteren Geschmacks ($p = 0,003$), im Vergleich zur Kontrollprobe (schwarzer Kaffee).

Beim bitteren Nachgeschmack waren 10 ml Milch auch noch nicht genügend, um den bitteren Nachgeschmack signifikant zu senken, erst mit 20 ml Milch bestand ein signifikanter Unterschied. Kaffee mit 20 ml Milch schmeckte signifikant weniger bitter ($p = 0,023$) als die Probe ohne Milch.

Der bittere Nachgeschmack wies außerdem einen positiven linearen Zusammenhang ($r = 0,74$ nach Pearson; $p < 0,05$) mit dem bitteren Geschmack auf. Je bitterer der Kaffee bewertet wurde, desto bitterer war auch der Nachgeschmack.

Der süße Geschmack wurde weniger beeinflusst. Dennoch schmeckte Kaffee mit 20 ml Milch signifikant süßer ($p = 0,038$), als schwarzer Kaffee. Auch die Probe mit 30 ml Milch wurde signifikant süßer ($p = 0,015$) wahrgenommen, als der schwarze Kaffee.

Zwischen dem bitteren und dem süßen Geschmack gab es darüber hinaus eine signifikante Korrelation. Allerdings ist der Korrelationskoeffizient ($r = -0,464$ nach Pearson; $p < 0,05$) nicht sehr groß, was auf einen mittleren negativen linearen Zusammenhang hinweist. Wenn die Bitterkeit zunahm, nahm die Süße ab und umgekehrt.

Wie bereits erwähnt schmeckte die Probe mit 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant weniger bitter ($p = 0,003$) als schwarzer Kaffee und war auch signifikant süßer.

Auch Keast [2008] ist auf einem negativen Zusammenhang zwischen Süße und Bitterkeit (Koffein) gestoßen. Je niedriger die Koffeinkonzentration in einer Lösung ist, desto stärker wird die Süße wahrgenommen.

Der allgemeine Kaffeenachgeschmack nahm mit der Milchmenge ab. Signifikant war diese Abnahme zwischen der schwarzen Probe, und der Probe mit 10 ml Milch ($p = 0,025$) beziehungsweise der Probe mit 20 ml Milch ($p = 0,00$). Keinen Unterschied mehr gab es zwischen den Proben mit 20 ml Milch und 30 ml Milch.

Der Milchnachgeschmack zeigte in der Probe mit 10 ml Milch eine signifikant stärkere Ausprägung ($p = 0,00$) als im schwarzen Kaffee. Die Probe mit 20 ml unterschied sich signifikant ($p = 0,00$) von der Probe mit 10 ml Milch. Die Probe mit 30 ml schmeckte signifikant milchiger ($p = 0,034$) eine Minute nach dem Herunterschlucken als jene mit 20 ml.

Zwischen dem Milchnachgeschmack und dem Milchflavour war eine starke Korrelation zu beobachten. Dieser stark positive Zusammenhang war auch am großen Korrelationskoeffizienten ($r = 0,85$ nach Pearson; $p < 0,05$) ersichtlich.

Je intensiver der Milchflavour empfunden wurde, desto deutlicher war auch der milchige Nachgeschmack. (Abb. 5)

Mundgefühl

Bei 3 von 5 Mundgefühl Attributen konnten Veränderungen nach der Milchezugabe festgestellt werden.

Schwarzer Kaffee war adstringierender als mit Milch, was auf die höhere Bitterkeit der Referenzprobe (schwarzem Kaffee) zurückzuführen ist. Dies spiegelte sich auch im Ergebnis wieder. Schon eine Milchezugabe von 10% war ausreichend, um die Adstringenz signifikant zu senken ($p = 0,015$).

Die Abhängigkeit der Adstringenz vom bitteren Geschmack machte auch der positive Korrelationskoeffizient ($r = 0,72$ nach Pearson; $p < 0,05$) deutlich. Je bitterer die Probe war, desto adstringierender wirkte sie auch.

Der Mundbelag nahm hingegen mit der Milchmenge zu. Signifikant war diese Zunahme ab 20 ml Milch ($p = 0,013$).

Die „Schluckbarkeit“ wurde definiert als einwandfreie Schluckbarkeit von Mund bis Speiseröhre und wurde auf der Skala von mühevoll (schwer) bis reibungslos (leicht) beurteilt. Die Schluckbarkeit nahm ab 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant ab ($p = 0,039$; bei 30 ml Milch/100 ml: $p = 0,007$). Das Schlucken war signifikant mühevoller.

Dieses Phänomen lässt sich durch die Milchviskosität³ erklären. Die Viskosität beschreibt die Fließfähigkeit des Kaffees von dünnflüssig bis dickflüssig. Mit steigender Milchmenge erhöht sich die Viskosität und der Kaffee wird dickflüssiger. Allerdings war diese Erhöhung der Fließfähigkeit erst bei der Probe mit 30 ml/100 ml signifikant ($p = 0,027$).

³ Die Milchviskosität beträgt 2,10 - 2,18 mPas [Töpel A., 2004]

Dennoch bestand eine signifikante Korrelation zwischen der Schluckbarkeit und der Viskosität. Erwartungsgemäß war dieser Zusammenhang negativ ($r = -0,59$ nach Pearson; $p < 0,05$). Erhöht sich die Viskosität beziehungsweise wird die Probe dickflüssiger, sinkt die Schluckbarkeit, das Schlucken wird mühevoller. (Abb. 5)

1.2 mit Leichtmilch (0,1% Fett)

Das Profil der Arabica Kaffee Proben mit und ohne Leichtmilch zeigt, dass sowohl bei der Referenzprobe, als auch bei den Proben mit der Leichtmilch (0,1% Fett) die Attribute holzig, erdig, heuartig nicht sehr stark ausgeprägt waren.

Insgesamt war die Abnahme der Intensität verschiedener Flavourattribute mit steigender Milchmenge erkennbar. Speziell beim angebrannten und allgemeinen Kaffee flavour, aber auch beim bitteren Geschmack sank die Intensität kontinuierlich. Auch beim allgemeinen Kaffeegenuss lässt das Profil auf eine abfallende Intensität schließen. (Abb. 6)

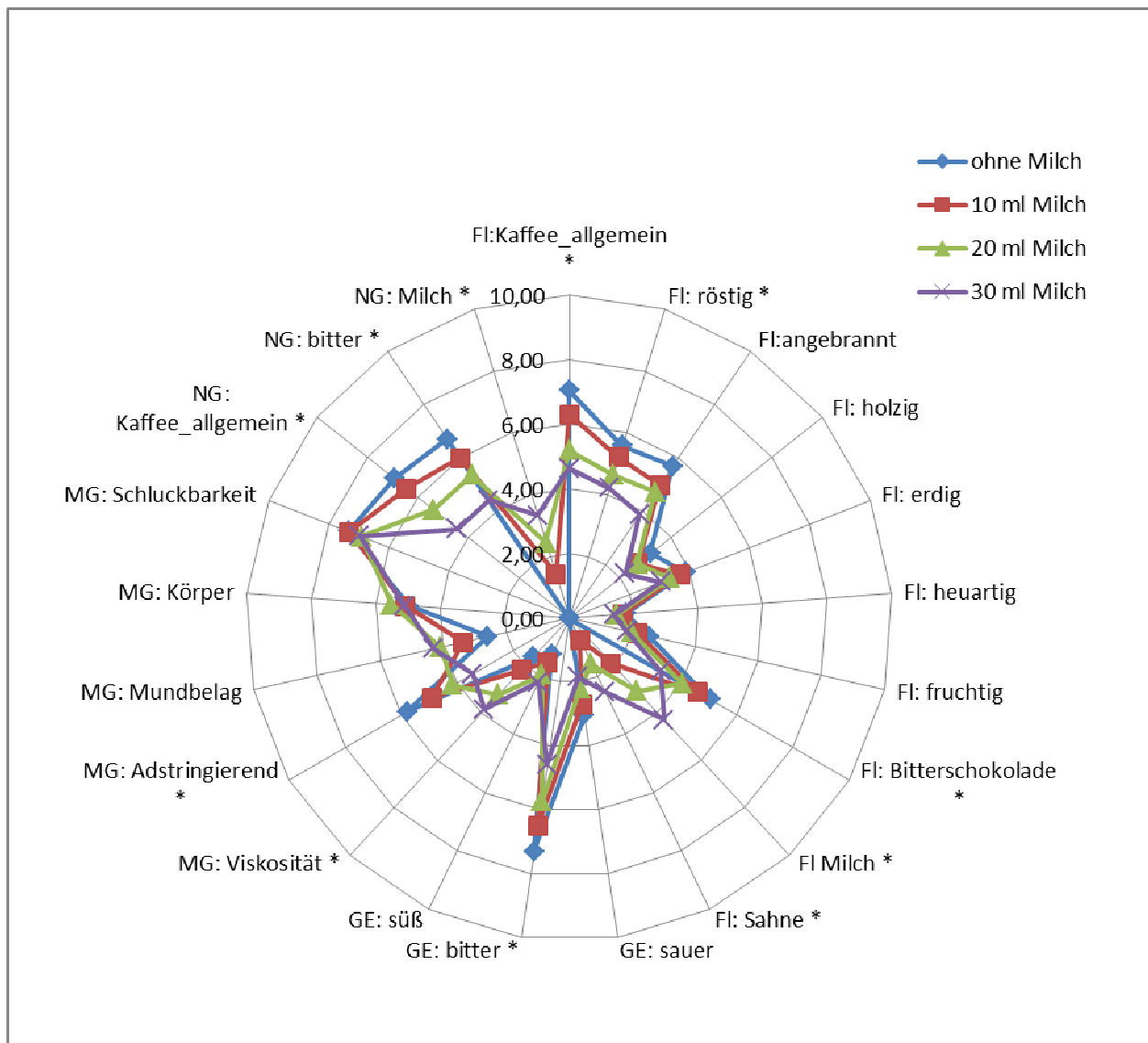


Abb.6: Produktprofil von Arabica Kaffee mit und ohne Milch (Leichtmilch – 0,1% Fett)

FI: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

Flavour

Ähnlich der Vollmilchproben wiesen auch die Proben mit der Leichtmilch keine signifikanten Veränderungen der Ausprägung des erdigen, holzigen und

heuartigen Flavours auf. Auch Maeztu et al. [2001] haben diese Attribute mittels PCA eher dem Robusta zuteilen können.

Des Weiteren nahmen auch der allgemeine und röstige Flavour mit der Milchmenge ab. Signifikant war die Abnahme erst mit 20 ml Milch/100 ml Kaffee (allgemein $p = 0,003$; röstig $p = 0,014$). Beide Attribute waren bei der Probe ohne Milch intensiver wahrnehmbar.

Bei 30 ml Milch konnte beim allgemeinen Kaffee flavour noch eine weitere signifikante Senkung ($p = 0,00$) im Vergleich zur Referenzprobe beobachtet werden.

Die Intensität des fruchtigen Flavours blieb bei steigender Milchzugabe unverändert, während beim Bitterschokolade Flavour leichte Veränderungen beobachtet werden konnten. Bei der Probe mit der höchsten Milchmenge (30 ml/100 ml) war die Bitterschokoladenote signifikant weniger ausgeprägt ($p = 0,009$), als bei der Probe ohne Milch.

Sowie bei den Proben mit Vollmilch, nahmen auch bei den Proben mit Leichtmilch der milchige und sahnige Flavour mit steigender Milchkonzentration zu.

Sowohl für den Milch-, als auch Sahne Flavour ergaben sich in allen Proben mit Milch signifikante Unterschiede im Vergleich mit schwarzem Kaffee. Die Intensität des Milchflavours nahm signifikant zu (10 ml/100 ml: $p = 0,001$; 20 ml/100 ml: $p = 0,00$; 30 ml/100 ml: $p = 0,00$). Das gleiche wurde auch für den sahnigen Flavour festgestellt (10 ml/100 ml: $p = 0,036$; 20 ml/100 ml: $p = 0,00$; 30 ml/100 ml: $p = 0,00$). (Abb. 6)

Die Korrelation zwischen milchigen und sahnigen Flavour war auch signifikant mit einem Korrelationskoeffizient ($r = 0,696$ nach Pearson; $p < 0,05$).

Geschmack und Nachgeschmack

Von den bewerteten Grundgeschmacksarten „sauer“, „bitter“ und „süß“, war auch bei der Zugabe von Leichtmilch zu den Kaffeeproben nur der bittere Geschmack signifikant von der Milchmenge beeinflusst.

Die Intensität des bitteren Geschmacks nahm ab 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant ab ($p = 0,006$; 30 ml/100 ml: $p = 0,00$)

Der allgemeine und bittere Nachgeschmack waren stark von der Milchmenge abhängig. Beide Attribute nahmen bei 20 ml Milchezugabe signifikant ab (allgemein $p = 0,001$; bitter $p = 0,042$). Die Proben mit 10 ml Milch unterschieden sich nicht signifikant von der des schwarzen Kaffees.

Zwischen dem bitteren Geschmack und dem bitteren Nachgeschmack bestand eine positive lineare Korrelation ($r = 0,69$ nach Pearson; $p < 0,05$).

Je bitterer eine Probe schmeckte, desto bitterer war auch der Nachgeschmack.

(Abb. 7)

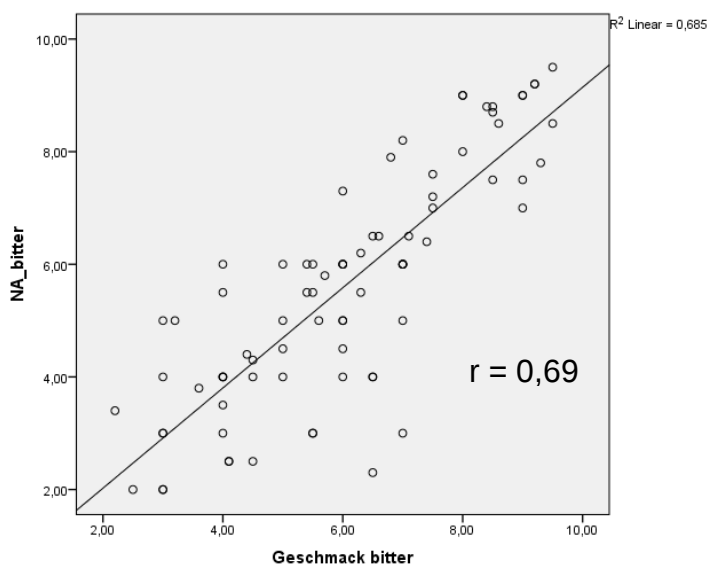


Abb. 7: Korrelation zwischen dem bitterem Geschmack (=x) und Nachgeschmack (=y)
NA_bitter Nachgeschmack bitter

Beim Milchnachgeschmack wurde schon mit 10 ml Milch zur Kaffeeprobe ein signifikanter Unterschied ($p = 0,005$) in der Intensität im Vergleich zur Referenzprobe beobachtet. Sie nahm mit der Milchzugabe signifikant zu. Zwischen der Probe mit 20 ml Milch und der Probe mit 30 ml Milch gab es allerdings keinen signifikanten Unterschied mehr. Beide Proben unterschieden sich aber signifikant von der Probe ohne Milch ($p = 0,00$).

Mundgefühl

Bei den Mundgefühlattributen konnten bei der Viskosität, Adstringenz und dem Mundbelag signifikante Unterschiede durch die Milchzugabe festgestellt werden. Der Körper des Kaffees und die Schluckbarkeit blieben unverändert.

Die Adstringenz nahm bei 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant ab ($p = 0,007$). Es bestand eine starke Korrelation zwischen dem bitteren Geschmack und der Adstringenz. Der Korrelationskoeffizient ($r = 0,82$ nach Pearson; $p < 0,05$) lässt auf einen stark positiven Zusammenhang schließen.

Die Viskosität hingegen nahm mit zunehmender Milchmenge zu, das heißt die Probe wurde dickflüssiger. Ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Referenzprobe war bei 20 ml Milch zu erkennen ($p = 0,022$)

Die Schluckbarkeit war allerdings nicht verändert nach der Milchzugabe, was möglicherweise auf die deutlich niedrigere Fettkonzentration in der Milch von 0,1% zurückzuführen ist. (Abb. 6)

1.3 Vergleich der Kaffeeproben mit Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

1.3.1. Der Einfluss des Milchtyps

Bei der allgemeinen Analyse des Unterschiedes zwischen den beiden Milchtypen Vollmilch und Leichtmilch kristallisiert sich heraus, dass das Milchfett auf zwei verschiedene Arten wirken kann. Es verstärkt zum einen gewisse Flavourattribute und ist in dem Fall ein „Geschmacksträger“. Andererseits dämpft es einige Attribute und maskiert diese damit. Das entspricht auch den Ergebnissen, zu denen Denker et al. [2006] gekommen sind. Sie haben festgestellt, dass das Milchfett einige Aromakomponenten zurückhalten kann.

Der angebrannte Flavour ist ein Beispiel dafür, dass das Milchfett einige Attribute schwächt beziehungsweise abdeckt. Dieser war nämlich in der vorliegenden Untersuchung bei den Proben mit Leichtmilch im Durchschnitt signifikant höher ($p = 0,006$), als bei den Proben mit Vollmilch.

Der Milchflavour wies keine signifikanten Unterschiede zwischen den Proben mit verschiedenen Milchtypen auf und ist unbeeinflusst vom Fettanteil geblieben. Bei beiden Milchtypen ist es zu einem signifikanten Anstieg des Milchflavours ab 10% Milchezugabe gekommen.

Im Gegensatz dazu und obwohl sowohl bei den Proben, die mit Vollmilch, als auch bei den Proben, die mit Leichtmilch versetzt wurden, der sahnige Flavour mit steigender Milchmenge zugenommen haben, gab es bei diesen Attributen einen deutlichen Intensitätsunterschied zwischen den Proben mit den beiden Milchtypen. Der sahnige Flavour wurde in den Vollmilchproben im Mittel mit einer Intensität von 2,9 beurteilt, während er bei den Proben mit Leichtmilch nur mit 1,6 bewertet wurde. Dieser Unterschied war auch signifikant. Die Vollmilchproben schmeckten deutlich sahniger ($p = 0,003$) als die Proben mit Leichtmilch. Der Korrelationskoeffizient zwischen dem milchigen und sahnigen

Flavour war bei den Proben mit Leichtmilch ($r = 0,69$ nach Pearson; $p < 0,05$) kleiner, als jener bei den Proben mit Vollmilch ($r = 0,77$ nach Pearson; $p < 0,05$).

Der bittere Geschmack war bei den Proben mit Zugabe von Leichtmilch signifikant intensiver ausgeprägt ($p = 0,00$), als bei den Proben mit Vollmilch. Denker et al. [2006] haben bei Verbindungen, die mit der Bitterkeit assoziiert sind, eine Retention beobachten können, die ausgelöst wird durch das MilCHFett. Dies könnte eine Erklärung für die weniger ausgeprägte Bitterkeit, die in der vorliegenden Untersuchung in den Proben mit Vollmilch beobachtet wurde, darstellen.

Es widerspricht allerdings dem Ergebnis von Keast [2008]. In seiner Studie über die Modifikation der Bitterkeit von Koffein hat er feststellen können, dass die Probe mit einer Milch mit 0%Fett signifikant weniger bitter schmeckt, als die Proben mit einer 2% beziehungsweise 4% fetten Milch.

Der allgemeine Kaffeenachgeschmack blieb unabhängig vom MilCHFett, aber der bittere Nachgeschmack und auch der Milchnachgeschmack wiesen Unterschiede in den Proben mit unterschiedlichen Milchtypen auf.

Der bittere Nachgeschmack war ähnlich dem bitteren Geschmack als stärker ($p = 0,006$) bei den Proben mit Leichtmilch beurteilt worden.

Der Milchnachgeschmack wiederum war hoch signifikant intensiver bei den Vollmilchproben ($p = 0,00$). Für den Milchnachgeschmack schien das Fett große Relevanz zu haben.

Da sowohl der bittere Geschmack, als auch der bittere Nachgeschmack bei den Leichtmilchproben signifikant höher waren, war die Adstringenz bei diesen Proben auch signifikant mehr ($p = 0,002$) ausgeprägt.

Alle anderen Mundgefühlattribute, die Viskosität, der Mundbelag, die Schluckbarkeit und der Körper wurden durch die beiden Milchtypen nicht beeinflusst und zeigten keine signifikanten Differenzen zwischen den Proben mit Vollmilch und jenen mit Leichtmilch.

1.3.2. Der Einfluss des Milchtyps bei verschiedenen Milchmengen:

10 ml Milch

Nach der Zugabe von 10 ml Milch konnten bei den Flavourattributen kaum Unterschiede zwischen den Proben mit beiden Milchtypen festgestellt werden. Eine sichtbare Differenz gab es nur bei dem röstigen Flavour, dieser Unterschied war aber nicht signifikant ($p = 0,09$).

Nur der sahnige Flavour der Proben wies eine Signifikanz auf. Er war in der Probe mit der Leichtmilch (0,1% Fett) signifikant niedriger ($p = 0,035$) ausgeprägt, als in der Probe mit Vollmilch.

Die Grundgeschmacksarten blieben bis auf den bitteren Geschmack vom Milchfett unbeeinflusst. Die Bitterkeit wurde in der Probe mit Leichtmilch als signifikant stärker ($p = 0,007$) bewertet im Vergleich zur Probe mit Vollmilch. Für den bitteren Nachgeschmack hatte das Milchfett beim Arabica mit 10 ml Milch scheinbar keine Relevanz. Hier gab es keinen signifikanten Unterschied.

Der Milchnachgeschmack war schon bei der Zugabe von 10 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant intensiver ($p = 0,03$) bei der Kaffeeprobe mit Vollmilch, als bei der Probe mit Leichtmilch.

Da die Bitterkeit bei der Kaffeeprobe mit Leichtmilch signifikant intensiver wahrgenommen wurde, war diese auch signifikant adstringierender ($p = 0,032$) im Vergleich zur Probe mit Vollmilch. Alle anderen Mundgefühlattribute des Kaffees zeigten im Durchschnitt keine Veränderung zwischen den Proben mit den verschiedenen Milchtypen. (Abb. 8)

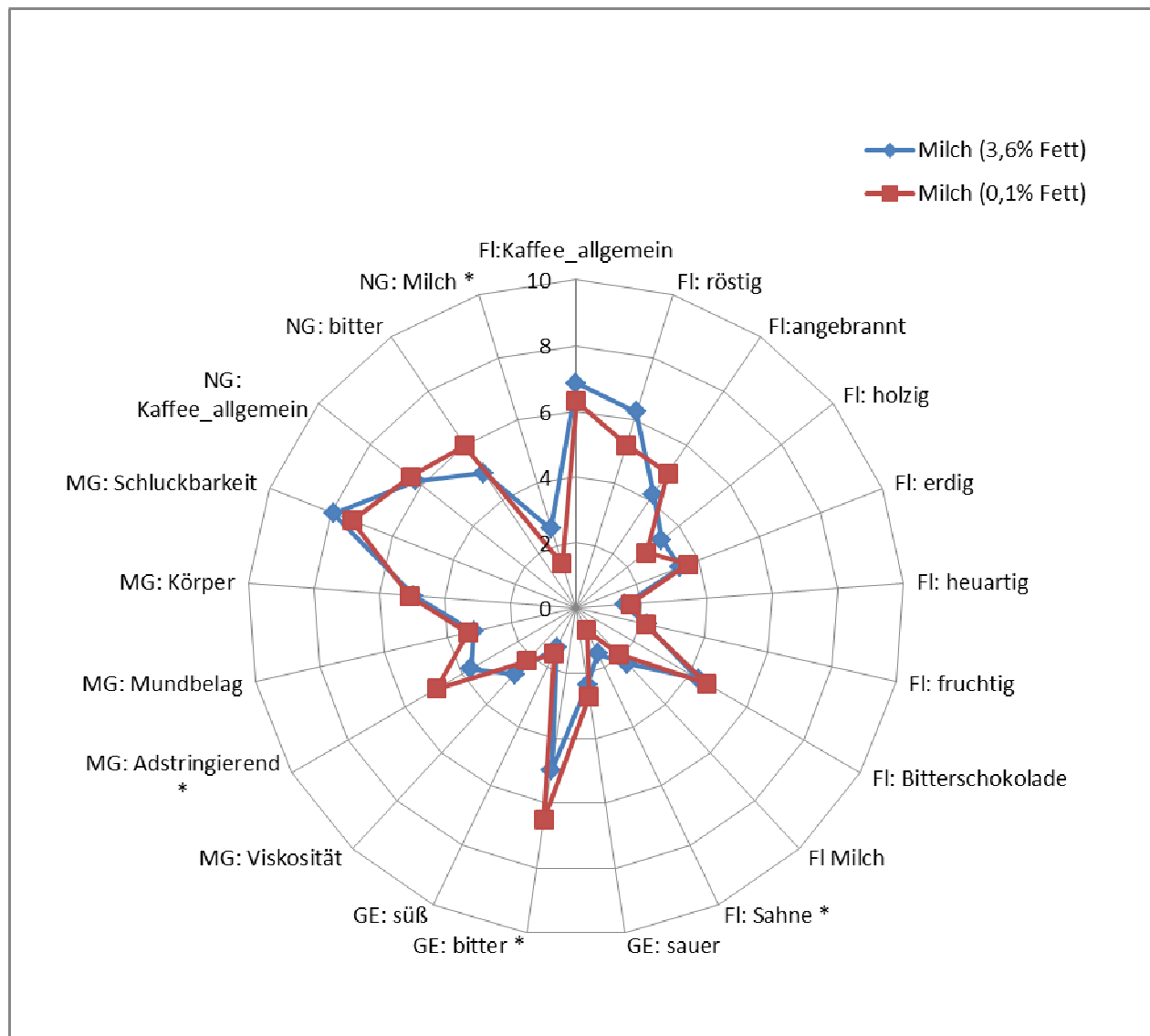


Abb.8: Produktprofil von Arabica Kaffee versetzt mit jeweils 10 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

20 ml Milch

Auch bei 20 ml Milch in 100 ml Kaffee sind die Flavourattribute nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Proben mit den beiden unterschiedlichen

Milchtypen gewesen. Deutlich zu sehen war, dass die Intensität aller Kaffeeattribute leicht abgenommen hat, unabhängig vom Milchtyp. Der angebrannte Flavour war in der Probe mit Leichtmilch stärker ausgeprägt, als bei der Probe mit Vollmilch. Diese Differenz war aber nicht signifikant ($p = 0,078$). Ähnliches wurde auch für den milchigen Flavour beobachtet. Dieser war in der Probe mit Vollmilch stärker ausgeprägt, allerdings auch nicht signifikant.

Der sahnige Flavour hingegen, wie schon bei den Proben mit 10 ml Milch, war auch bei 20 ml Milch signifikant intensiver ($p\ 0,035 < 0,05$) wahrnehmbar bei der Probe mit Vollmilch im Vergleich zur Probe mit Leichtmilch.

Bei den Grundgeschmacksarten blieb der bittere Geschmack weiterhin signifikant stärker ausgeprägt ($p = 0,008$) bei der Probe mit Leichtmilch im Vergleich zur Probe mit Vollmilch, während der saure und süße Geschmack durch das MilCHFett nicht beeinflusst wurde.

Die Unterschiede im allgemeinen und bitteren Nachgeschmack blieben weiterhin nicht signifikant.

Der Milchnachgeschmack war bei der Probe versetzt mit Vollmilch weiterhin intensiver ($p = 0,003$) im Vergleich zu jener mit Leichtmilch.

Die Probe mit der Leichtmilch blieb auch signifikant adstringierender ($p = 0,025$), als die Probe versetzt mit Vollmilch. (Abb. 9)

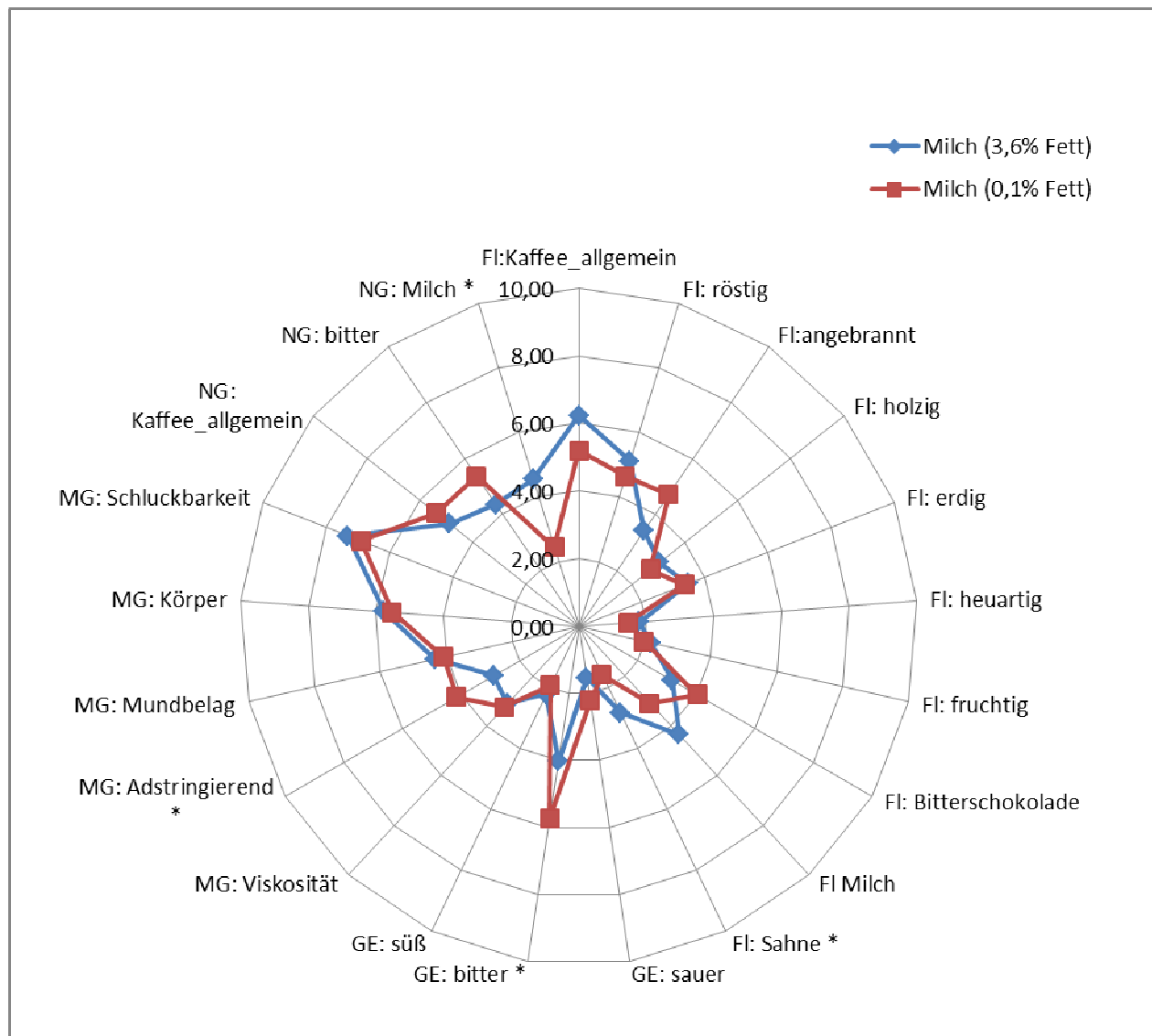


Abb.9: Produktprofile von Arabica Kaffee versetzt mit jeweils 20 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

30 ml Milch

Bei den Kaffeeproben mit 30 ml Milch ergab sich, dass die Intensität der Attribute in beiden Proben gleichermaßen schwächer geworden ist, ausgenommen der milchige Flavour und Milchnachgeschmack.

Das einzige Flavourattribut, bei dem sich nach wie vor eine Signifikanz zeigte, war der sahnige Flavour. Die Probe mit Vollmilch war signifikant sahniger ($p = 0,014$), als die Probe mit Leichtmilch.

Bei den Geschmacksattributen konnte beobachtet werden, dass die Probe versetzt mit Leichtmilch bei einer Milchezugabe von 10 ml/100 ml Kaffee und 20 ml/100 ml signifikant bitterer schmeckte, als die Probe mit Vollmilch. Bei 30 ml Milch konnte kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt werden.

Der Milchnachgeschmack war signifikant verschieden. Die Probe mit Vollmilch schmeckte signifikant milchiger ($p = 0,001$) eine Minute nach dem Herunterschlucken, als die jene mit Leichtmilch.

Bei den Mundgefühlattributen konnten keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den beiden Proben beobachtet werden. Da der bittere Geschmack im Durchschnitt nicht mehr deutlich unterschiedlich war, konnte bei der Adstringenz auch keine signifikante Differenz zwischen den Proben mit den beiden Milchtypen festgestellt werden. (Abb. 10)

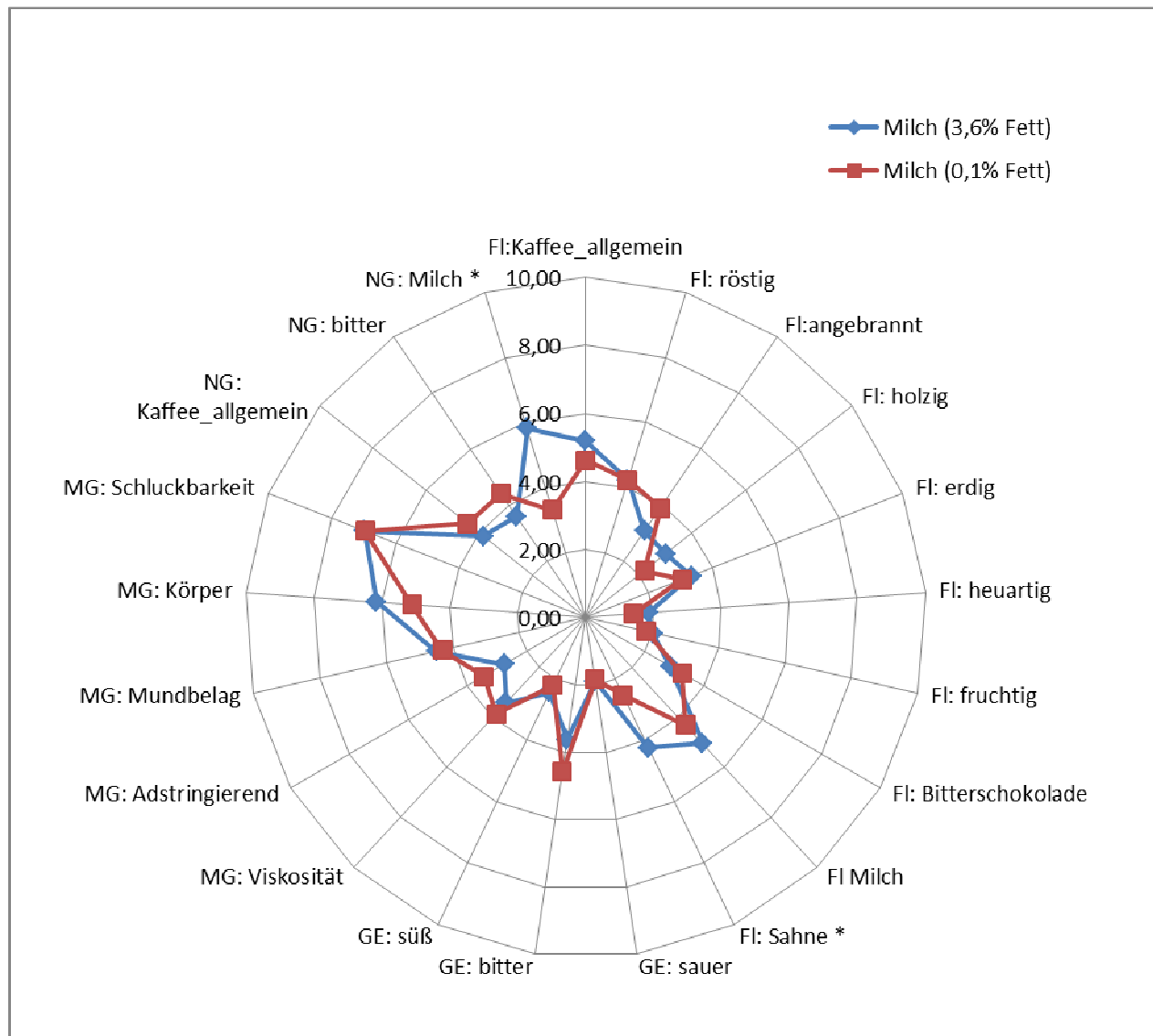


Abb.10: Produktprofile von Arabica Kaffee versetzt mit jeweils 30 ml Vollmilch (3,6% Fett) und mit Leichtmilch (0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

2. Robusta Kaffee

2.1 mit Vollmilch (3,6% Fett)

Aus dem Produktprofil ist ersichtlich, dass die typischen Robusta- Attribute wie „angebrannt“, „holzig“, „erdig“, „heuartig“ viel stärker ausgeprägt waren, als beim Arabicakaffee. Die Intensität dieser Attribute hat aber mit steigender Milchmenge abgenommen. Der fruchtige und Bitterschokolade Flavour hingegen wurden kaum wahrgenommen und veränderten sich auch mit der Milchezugabe nicht.

Der bittere Geschmack und Nachgeschmack sowie die Adstringenz waren deutlich intensiver ausgeprägt im Vergleich zu den Arabicaproben. Die Intensität dieser Attribute hat allerdings mit steigender Milchmenge nachgelassen. (Abb. 11)

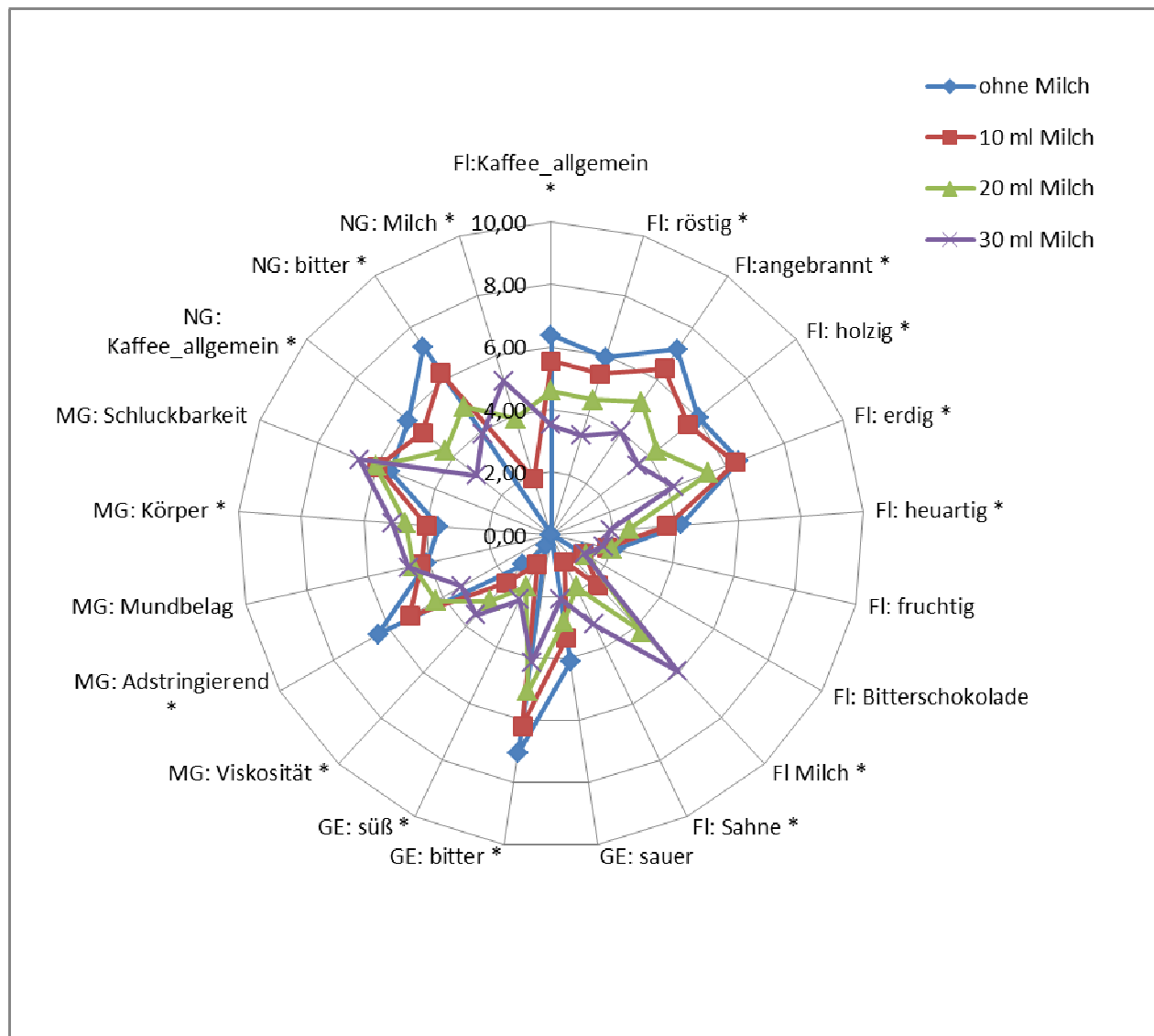


Abb.11: Produktprofil von Robusta Kaffee mit und ohne Milchezugabe (Vollmilch-3,6% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

Flavour

Die mit dem Robusta assoziierten Flavour Attribute „erdig“, „holzig“ und „heuartig“ wurden durch die Milch beeinflusst.

Sowohl der heuartige als auch der holzige Flavour nahmen mit 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant an Intensität ab (holzige $p = 0,026$; heuartig $p = 0,004$).

Bei dem angebrannten Flavour brachte die Zugabe von 20 ml Vollmilch zur Kaffeeprobe eine signifikante Abnahme ($p = 0,013$) der Intensität.

Der erdige Flavour wurde dagegen weniger stark von der Milch beeinflusst und war erst bei einer Zugabe von 30 ml Milch signifikant schwächer ($p = 0,002$).

Bei den Flavourattributen „fruchtig“ und „Bitterschokolade“ ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Referenzprobe (schwarzer Kaffee) und den Proben mit Milch.

Der allgemeine Kaffee flavour, wie auch der röstige Flavour waren im Robustakaffee weniger stark ausgeprägt als bei den Arabicaproben. Dennoch verloren auch diese beiden Attribute deutlich an Intensität mit steigender Milchmenge. Der allgemeine und röstige Flavour ist bei der Zugabe von 20 ml Milch in 100 ml Kaffee signifikant (allgemein $p = 0,006$; röstig $p = 0,025$) schwächer geworden.

Die positive Korrelation dieser Flavourkomponenten war deutlich ausgeprägt ($r = 0,68$ nach Pearson; $p < 0,05$).

Wie schon bei den Arabicaproben waren auch beim Robusta der milchige und der sahnige Flavour stark assoziiert mit der Milchmenge. Für beide Attribute galt, dass sie umso intensiver wurden, umso mehr Milch dem Kaffee zugesetzt wurde. Diese Zunahme der Intensität war in allen drei Milchdosierungen signifikant ($p = 0,00$) im Vergleich zum schwarzen Kaffee.

Zwischen diesen beiden Attributen bestand eine signifikant positive Korrelation ($r = 0,61$ nach Pearson; $p < 0,05$). (Abb. 11)

Geschmack und Nachgeschmack

Von den drei untersuchten Grundgeschmacksarten haben zwei signifikante Veränderungen nach der Milchezugabe gezeigt.

Der bittere Geschmack ist gesunken, je mehr Milch zum Kaffee zugefügt wurde. Bei 20 ml Milchzugabe wurde der Kaffee signifikant weniger bitter ($p = 0,005$) wahrgenommen im Vergleich zur Referenzprobe.

Die Intensität des süßen Geschmacks nahm hingegen ab 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant zu ($p = 0,016$).

Darüber hinaus bestand zwischen dem bitteren und süßen Geschmack eine signifikante Korrelation ($r = -0,66$ nach Pearson; $p < 0,05$). Das negative Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten deutet wieder auf einen negativen linearen Zusammenhang hin. Je bitterer eine Probe empfunden wurde, desto weniger süß schmeckte sie und umgekehrt.

Auch Keast [2008] ist in seiner Studie zu diesem Zusammenhang von bitterem und süßem Geschmackseindruck gekommen. Je weniger Koffein eine Lösung enthielt, desto süßer wurde der Geschmack der Sucrose wahrgenommen.

Der Nachgeschmack war sehr stark von der Milch abhängig. Die Intensität des allgemeinen Kaffeegeschmacks ($p = 0,029$) sowie des bitteren Nachgeschmacks ($p = 0,005$) war nach einer Zugabe von 20 ml Milch signifikant reduziert im Vergleich zur Referenzprobe.

Der bittere Nachgeschmack zeigte überdies eine sehr starke Korrelation mit dem bitteren Geschmack. Der sehr große Korrelationskoeffizient ($r = 0,95$ nach Pearson; $p < 0,05$) deutet auf eine starke positive Korrelation hin. Je bitterer eine Probe bewertet wurde, desto bitterer war auch der Nachgeschmack.

Der Milchnachgeschmack war schon bei 10 ml Milch signifikant ($p = 0,003$) unterschiedlich im Vergleich mit der Probe des schwarzen Kaffees. Bei 20 ml ($p = 0,00$) und 30 ml ($p = 0,00$) konnten weitere signifikante Steigerungen verglichen mit der Referenzprobe beobachtet werden.

Die Überprüfung einer Korrelation zwischen dem Milchflavour und dem Milchnachgeschmack ergab einen stark positiven Zusammenhang ($r = 0,95$ nach Pearson; $p < 0,05$). Je milchiger eine Probe schmeckte, desto intensiver war auch der Milchnachgeschmack. (Abb. 11)

Mundgefühl

Eine signifikante Veränderung gab es beim Körper des Kaffees, der mit 20 ml Milch signifikant ($p = 0,017$) als schwerer auf der Zunge empfunden wurde, als ohne Milch.

Die Viskosität nahm schon mit 10 ml Milch signifikant zu ($p = 0,013$), das heißt der Kaffee wird dickflüssiger je mehr Milch zugesetzt wird.

Die Adstringenz ist erst nach der Zugabe von 20 ml Milch signifikant ($p = 0,002$) gesunken, was sich durch die Abnahme der Bitterkeit erklären lässt. Bestätigt wird der Zusammenhang von Bitterkeit und Adstringenz durch die signifikante Korrelation ($r = 0,71$ nach Pearson; $p < 0,05$). (Abb. 11)

2.2 mit Leichtmilch (0,1% Fett)

Es ist dem Profil zu entnehmen, dass beim Robustakaffee mit Leichtmilch (0,1% Fett) ähnliche Tendenzen beobachtet werden konnten, wie bei den Proben mit Vollmilch. Allerdings sieht man auch deutlich, dass bei den charakteristischen Robusta- Attributen „holzig“, „erdig“, „heuartig“ kaum ein Unterschied zwischen der Probe ohne Milch und der Probe mit 10 ml Milch/100 ml Kaffee bestand. (Abb. 12)

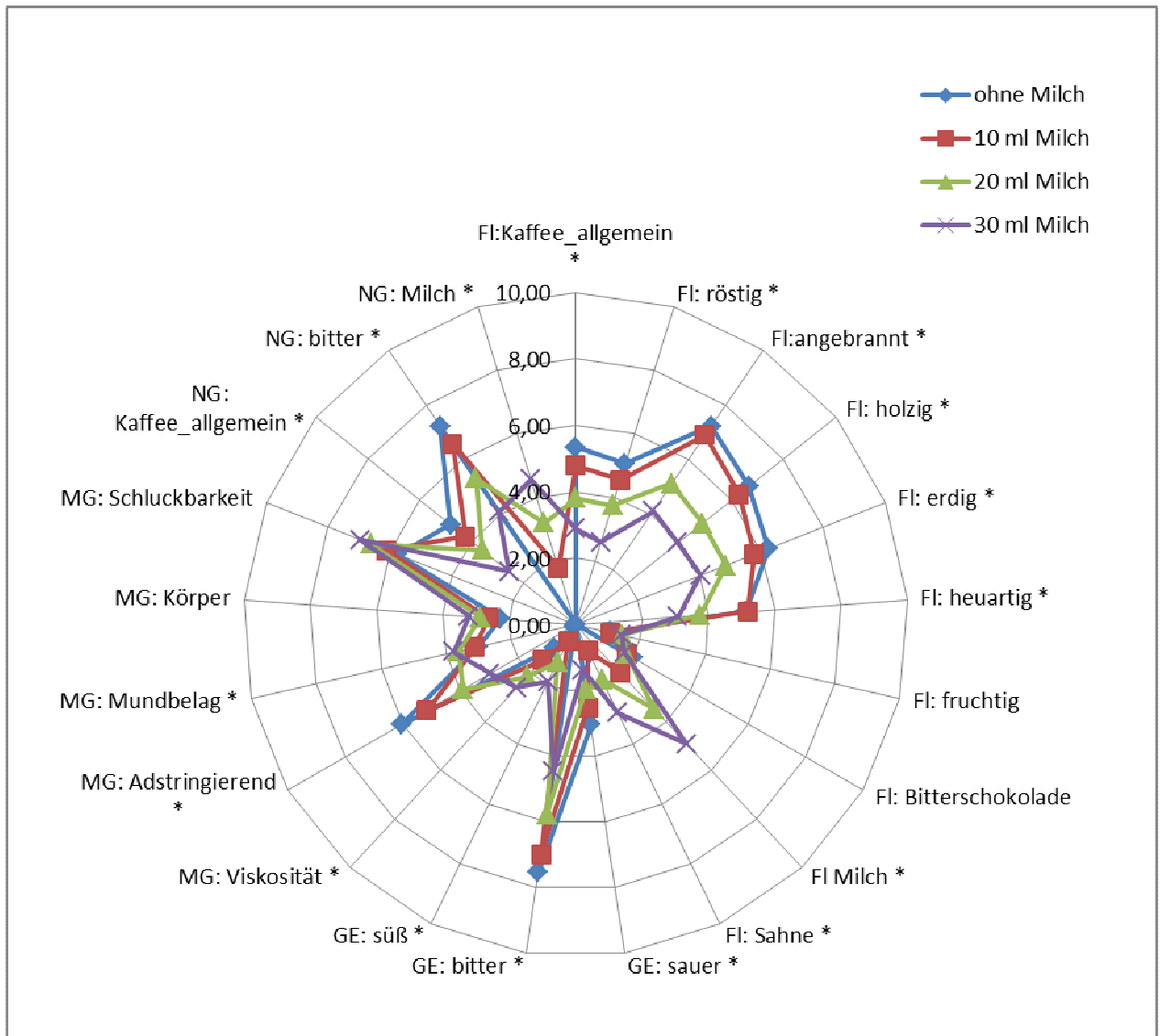


Abb. 12: Produktprofil von Robusta Kaffee mit und ohne Milchezugabe (Leichtmilch- 0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

Flavour

Die Intensität der Robusta typischen Flavourattribute „holzig“ ($p = 0,0031$) und heuartig ($p = 0,025$) wurde bei einer Milchezugabe von 20 ml signifikant schwächer. Die Ausprägung des erdigen Flavours war bei den Kaffeeproben

mit Leichtmilch erst bei 30 ml Milch signifikant gesunken ($p = 0,006$) im Vergleich zur Referenzprobe.

Der angebrannte Flavour ist mit 20 ml Milchzugabe signifikant ($p = 0,008$; bei 30 ml $p = 0,00$) weniger intensiv wahrgenommen, im Vergleich zum schwarzen Kaffee.

Der fruchtige und Bitterschokolade Flavour blieben, durch die Milchzugabe unbeeinflusst.

Der allgemeine Kaffee flavour war bei 20 ml Milch in 100 ml Kaffee signifikant ($p = 0,012$) schwächer. Die Probe mit 10 ml Milch unterschied sich kaum im Vergleich zur Referenzprobe.

Beim röstigen Flavour fand eine signifikante Abstufung der Intensität erst bei der Zugabe von 30 ml Milch statt ($p = 0,004$).

Der milchige Flavour ist schon bei 10 ml Milch signifikant ($p = 0,00$) intensiver wahrgenommen worden. Mit steigender Milchmenge nahm der Unterschied zur Referenzprobe noch weiter zu. Das heißt, je mehr Milch zugefügt wurde, desto stärker war der milchige Flavour.

Auch der sahnige Flavour ist mit zunehmender Milchmenge signifikant gestiegen (10 ml $p = 0,034$; 20 ml $p = 0,00$; 30 ml $p = 0,00$)

Die Korrelation zwischen Milch- und Sahne flavour war signifikant ($r = 0,49$ nach Pearson; $p < 0,05$). (Abb. 12)

Geschmack und Nachgeschmack

Von den Grundgeschmacksarten wurden sowohl der bittere als auch der saure und süße Geschmack von der Milchzugabe beeinflusst.

Die Basalqualitäten „sauer“ und „bitter“ nahmen mit höherer Milchmenge signifikant ab. Kaffee mit 20 ml ($p = 0,038$) und 30 ml ($p = 0,00$) Milch in 100 ml Kaffee schmeckte signifikant weniger sauer als schwarzer Kaffee.

Die Abnahme des bitteren Geschmacks war auch bei einer Milchmenge von 20 ml Milch signifikant ($p = 0,009$). Bei der Zugabe von 30 ml Milch zu 100 ml Kaffee war der Unterschied zur Referenzprobe noch größer ($p = 0,00$). Zwischen den Proben mit 20 ml und 30 ml Milch bestand ein signifikanter ($p = 0,045$) Unterschied.

Der bittere Nachgeschmack nahm schon bei 20 ml Milch signifikant ($p = 0,012$) ab. Das heißt diese Probe schmeckte eine Minute nach dem Runterschlucken signifikant weniger bitter, als die Probe ohne Milch beziehungsweise jene mit 10 ml Milch in 100 ml Kaffee.

Der bittere Nachgeschmack und der bittere Geschmack haben weiterhin einen großen positiven Zusammenhang ($r = 0,85$; nach Pearson; $p < 0,05$).

Die Intensität des süßen Geschmacks nahm mit steigender Milchmenge zu, was auf den Milchzucker zurückzuführen ist.

Ein signifikanter Anstieg des süßen Geschmacks ($p = 0,001$) war ab 20 ml Milch in 100 ml Kaffee zu verzeichnen. Auch die Probe mit 30 ml Milch schmeckte signifikant süßer ($p = 0,00$) als die Probe ohne Milch.

Die Attribute des Nachgeschmacks wurden auf verschiedene Art und Weise von der Milchezugabe beeinflusst.

Am wenigsten veränderte sich die Intensität des allgemeinen Kaffeegeschmacks. Erst bei der höchsten Milchmenge (30 ml/100 ml Kaffee) gab es einen signifikanten Abfall ($p = 0,009$) dieses Attributes.

Der Milchnachgeschmack war bei allen Milchdosierungen signifikant stärker ausgeprägt im Vergleich zur Probe ohne Milch. Schon bei 10 ml Milch wurde der milchige Nachgeschmack signifikant stärker wahrgenommen ($p = 0,001$). Zwischen den Proben mit 20 ml Milch und 30 ml Milch bestand allerdings kein signifikanter Unterschied mehr.

Die Ausprägung des Milchnachgeschmacks korrelierte stark mit dem Milchflavour. Der Korrelationskoeffizient von 0,89 nach Pearson ($p < 0,05$) zeigte den stark positiven Zusammenhang dieser beiden Attribute an. (Abb. 12)

Mundgefühl

Bei den Mundgefühlattributen zeigte sich ein signifikanter Unterschied bei der Adstringenz, ebenso bei dem Mundbelag und der Viskosität.

Sowohl die Viskosität, als auch der Mundbelag stiegen mit der Milchzugabe an, aber erst nach Zugabe von 20 ml Milch (Viskosität $p = 0,034$; Mundbelag $p = 0,022$).

Die Adstringenz nahm mit höherer Milchmenge ab, da die Bitterkeit auch an Intensität verlor. Signifikant war diese Abnahme allerdings erst ab 20 ml Milch in 100 ml Kaffee ($p = 0,007$). Zwischen der schwarzen Kaffeeprobe und jener mit 10 ml Milch bestand, wie schon beim bitteren Geschmack, kein signifikanter Unterschied in der Adstringenz.

Zwischen dem bitteren Geschmack und der Adstringenz konnte wieder ein positiver Zusammenhang festgestellt werden. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson betrug 0,83 ($p < 0,05$) und zeigte je bitterer ein Kaffee schmeckte, desto adstringierender war dieser. (Abb. 12)

2.3 Vergleich der Kaffeeproben mit Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

2.3.1. Der Einfluss des Milchtyps

Im Unterschied zu den Arabicaproben zeigten sich bei der Analyse des Robusta Kaffees in Hinblick auf die zwei verschiedenen Milchtypen mehr signifikante Differenzen.

Vor allem was die Mundgefühlattribute betrifft. Aber auch die Flavourattribute „holzige“ und „heuartige“ wurden abhängig vom Milchfett verschieden wahrgenommen, wobei dieser Unterschied nur beim heuartigen Flavour

signifikant war ($p = 0,00$). Der Robusta mit Leichtmilch schmeckte deutlich heuartiger, als die Kaffeeprobe mit Vollmilch.

Bei den Grundgeschmacksarten und dem Nachgeschmack variierte die Intensität der Attribute zwischen den Kaffeeproben mit Vollmilch und der Probe mit Leichtmilch nicht signifikant.

Es konnte beobachtet werden, dass die Bitterkeit gleichermaßen von den Milchtypen beeinflusst wurden. Die Boxplot Darstellung macht dieses Ergebnis auch sichtbar. (Abb. 13)

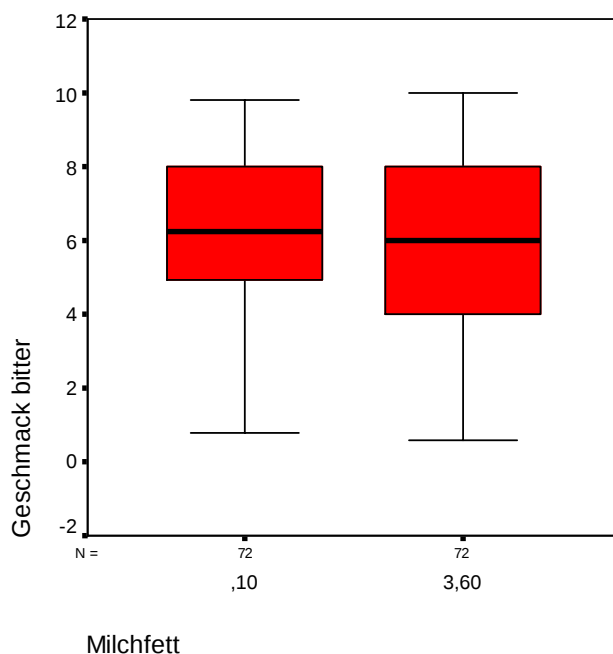


Abb.13: Boxplot vom bitteren Geschmack der Robustaprobe versetzt mit Vollmilch (3,6% Fett) verglichen mit Leichtmilch (0,1% Fett): Mediane sind beinahe auf gleicher Höhe

Bei den Mundgefühlattributen ergaben sich hingegen mehr signifikante Unterschiede. Der Körper war beispielsweise signifikant stärker ($p = 0,00$) ausgeprägt bei dem Kaffee mit Vollmilch. Auch die Viskosität und der Mundbelag sind bei der Probe mit 3,6% fettigen Milch höher bewertet worden.

Das heißt der Kaffee mit Vollmilch war dickflüssiger ($p = 0,026$) und hinterließ mehr Mundbelag ($p = 0,013$) als die Probe mit Leichtmilch.

2.3.2. Einfluss des Milchtyps bei verschiedenen Milchmengen

10 ml Milch

Anhand des Profils kann man erkennen, dass die eher positiveren Flavourattribute wie der allgemeine Kaffee flavour und die Röstnote bei der Kaffeeprobe mit Vollmilch als intensiver bewertet wurden. Hier schien das Milchfett geschmacksunterstützend zu wirken. Während negative assoziierte Attribute wie angebrannt, heuartig, erdig und holzig bei der Leichtmilch deutlicher zum Vorschein kamen als bei der Probe mit Vollmilch. All diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Lediglich beim heuartigen Flavour konnte eine signifikante Differenz festgestellt werden. Die Probe mit Leichtmilch schmeckte signifikant heuartiger ($p = 0,035$) als die Probe mit Vollmilch.

Der milchige oder sahnige Flavour blieb vom Milchfett bei einer Zugabe von 10 ml Milch in 100 ml Kaffee unbeeinflusst.

Auch bei den Basalgeschmacksqualitäten und dem Nachgeschmack ergaben sich keine signifikanten Differenzen zwischen den Proben mit unterschiedlichen Milchtypen. Bei einer Milchzugabe von 10% schien das Milchfett bei den Robustaproben noch keine Auswirkung auf die Intensität des Geschmacks zu haben. Die Bitterkeit konnte durch das Fett der Milch nicht abgeschwächt werden.

Es wurden aber beim Robusta signifikante Differenzen bei den Mundgefühlattributen beobachtet.

Schon bei 10 ml Milch in 100 ml Kaffee wurde die Viskosität bei der Probe mit Vollmilch signifikant stärker wahrgenommen ($p = 0,032$). Das heißt, der Robusta mit der Vollmilch war dickflüssiger, als die Probe mit der Leichtmilch. Der Mundbelag war auch bei der Probe mit Vollmilch signifikant stärker ($p = 0,04$) ausgeprägt.

Auch die Fähigkeit des Kaffees den Mund zu füllen war nicht gleich. Die Probe mit Leichtmilch zeigte signifikant weniger Körper ($p = 0,015$) als die Probe, die mit Vollmilch versetzt wurde. (Abb. 14)

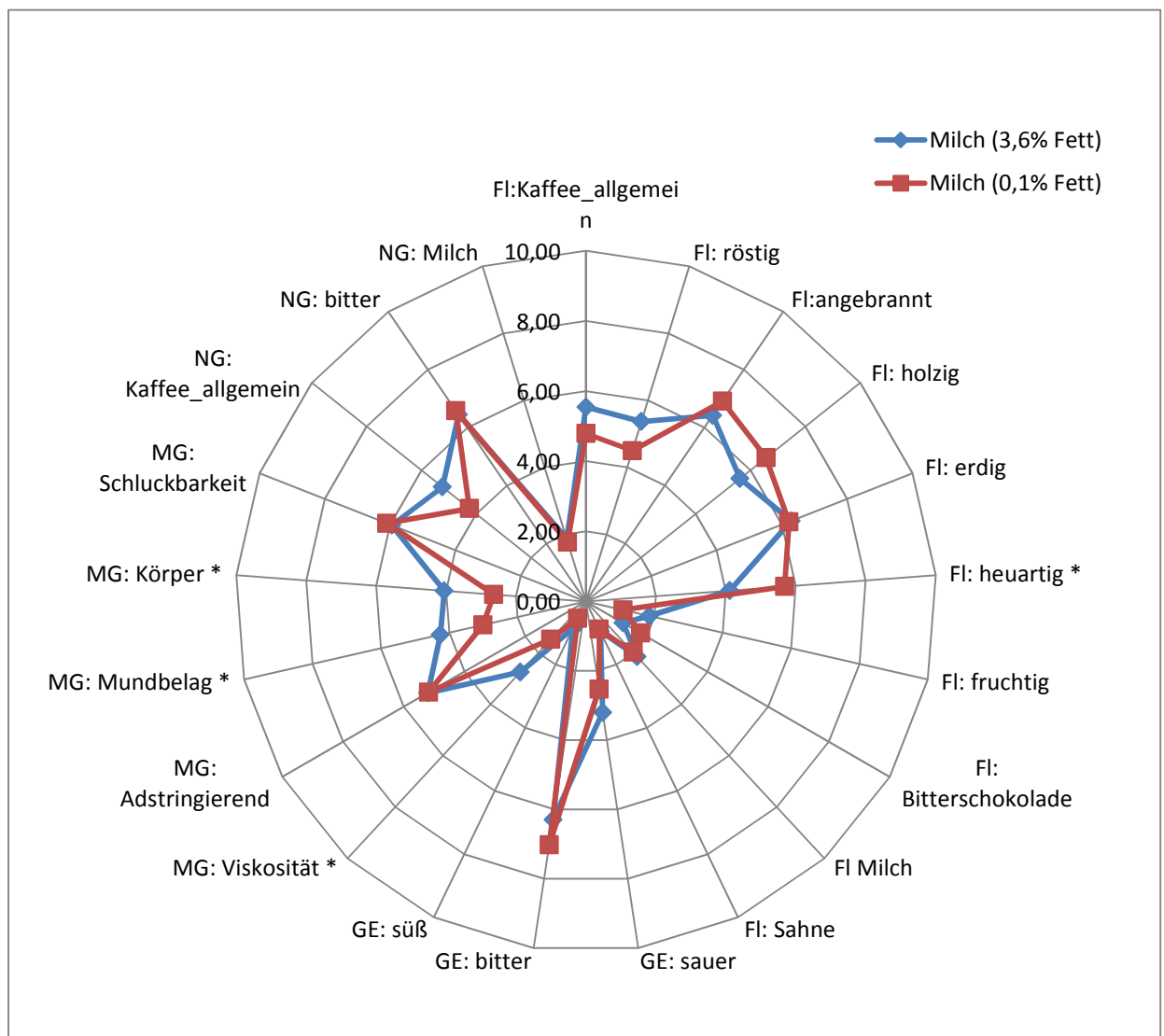


Abb.14: Produktprofile von Robusta Kaffee versetzt mit jeweils 10 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

**) signifikant*

20 ml Milch

Bei 20 ml Milch konnten kaum Unterschiede zwischen den Kaffeeproben mit den beiden Milchtypen erkannt werden.

Wie auch schon bei den Robustaproben mit 10 ml Milch gab es auch bei der Zugabe von 20 ml Milch, unabhängig vom Milchtyp keine signifikanten Unterschiede bei den Flavourattributen. Nur beim heuartigen Flavour konnte eine Differenz zwischen den beiden Proben beobachtet werden. Die Probe mit Leichtmilch schmeckte immer noch deutlicher nach Heu ($p = 0,03$) als die Probe mit Vollmilch.

Die Geschmacksattribute wurden vom Milchtyp nicht beeinflusst. Weder auf den bitteren Geschmack, noch auf den bitteren Nachgeschmack wirkte sich der unterschiedliche Fettgehalt aus.

Von den Mundgefühlattributen variierte bei der Zugabe von 20 ml Milch/100 ml Kaffee nur der Körper signifikant. Die Probe mit Leichtmilch füllte den Mund nicht so stark aus ($p = 0,00$), wie die Probe mit Vollmilch. (Abb. 15)

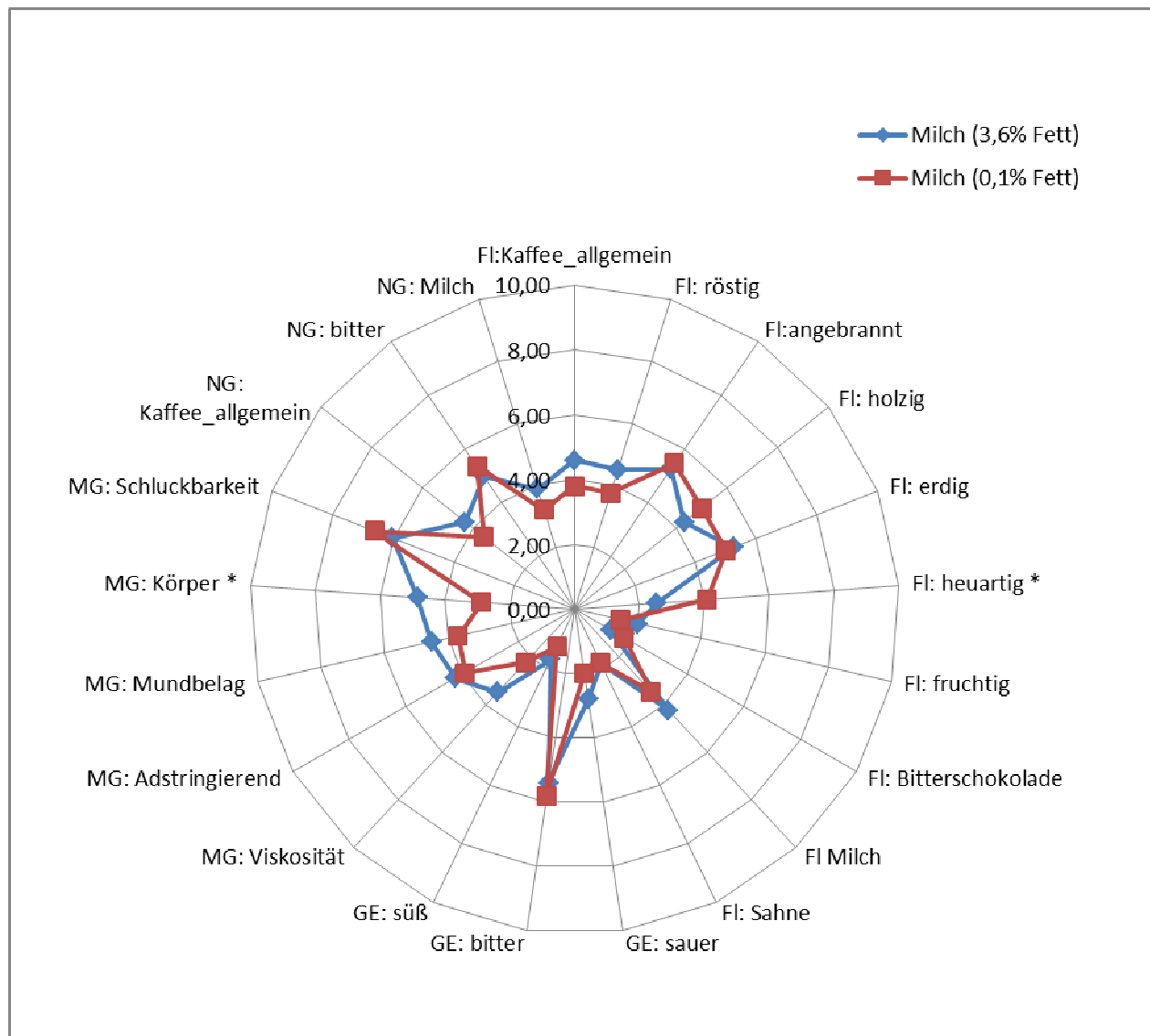


Abb.15: Produktprofile von Robusta Kaffee versetzt mit jeweils 20 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

30 ml Milch

Ab der Zugabe von 30 ml Milch in 100 ml Kaffee zeigte sich, dass der Milchtyp für die Ausprägung der Flavour- und Geschmacksattribute beim Robustakaffee keine Rolle spielte.

Der heuartige Flavour, der bisher immer signifikant höher bei den Proben mit Leichtmilch wahrgenommen wurde, zeigte im Vergleich zur Probe mit Vollmilch keine signifikanten Unterschiede mehr. Alle anderen Flavourattribute waren in den Proben mit beiden verschiedenen Milchtypen ähnlich intensiv ausgeprägt.

Auch für die Intensität der Grundgeschmacksarten und des Nachgeschmacks hatte der Milchtyp bei 30 ml Milch in 100 ml Kaffee weiterhin keine signifikante Bedeutung.

Die Mundgefühlattribute zeigten bis auf den Körper auch keine signifikanten Unterschiede. Die Probe mit Vollmilch blieb in allen drei Milchdosierungen signifikant vollmundiger ($p = 0,002$) als die Probe mit Leichtmilch. (Abb. 16)

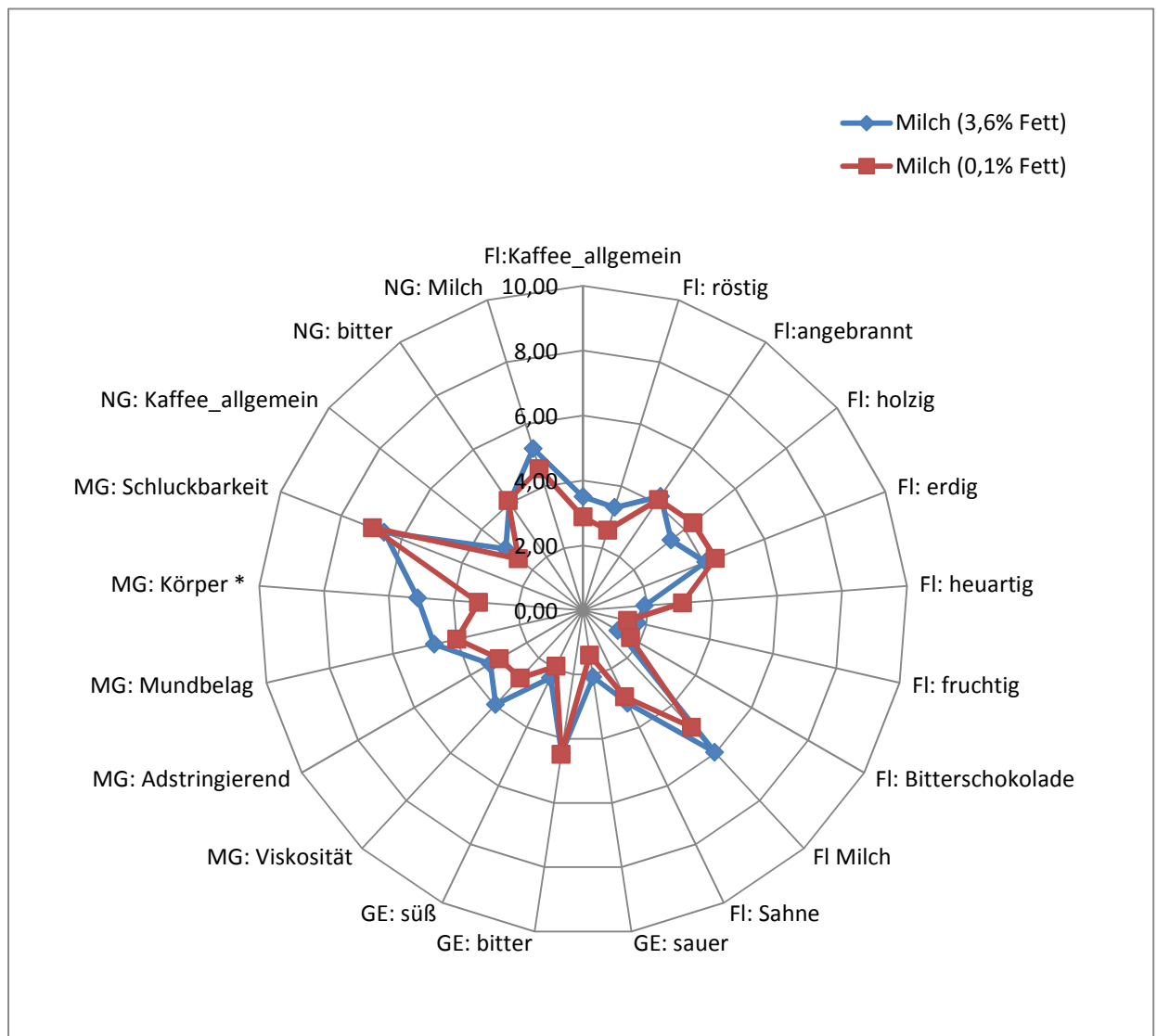


Abb.16: Produktprofile von Robusta Kaffee versetzt mit jeweils 30 ml Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett)

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

3. Vergleich Arabica und Robusta

3.1 ohne Milchzugabe

Anhand des Profils kann man erkennen, dass es vor allem bei den Flavourattributen große Unterschiede zwischen Arabica und Robusta gegeben hat. Charakteristische Attribute ließen sich der jeweiligen Kaffeespezies zuteilen.

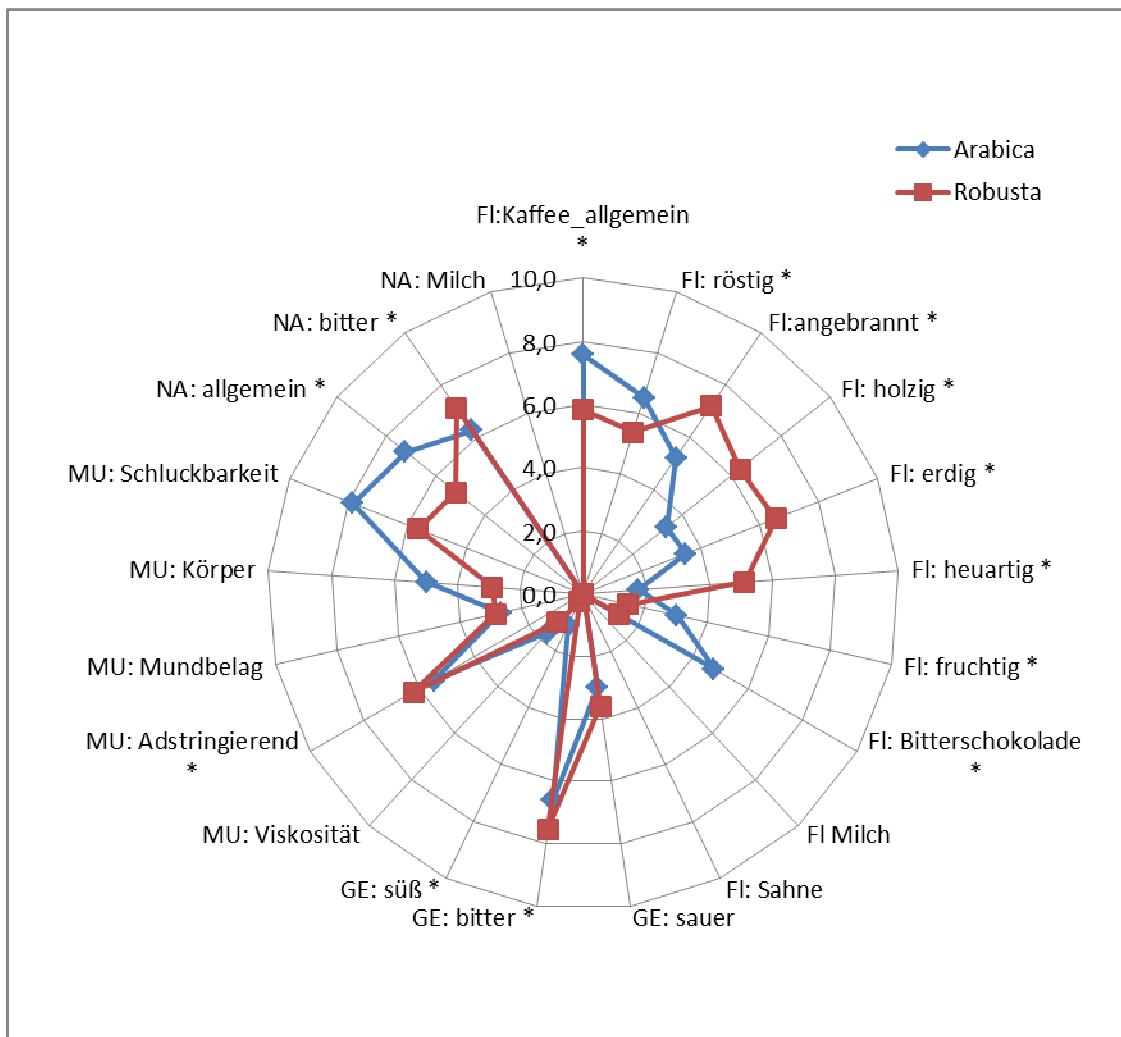


Abb.17: Produktprofile von Arabica und Robusta Kaffee ohne Milch

Fl: Flavour, Ge: Geschmack, MG: Mundgefühl, NG: Nachgeschmack

*) signifikant

Flavour

Bei der Beurteilung der Flavourattribute der Kaffeeproben ohne Milch konnten zwischen Arabica und Robusta signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Der allgemeine und röstige Kaffee flavour (allgemein $p = 0,00$; röstig $p = 0,00$) wurden signifikant intensiver bei der Arabicaprobe wahrgenommen.

Die typischen Robustaeigenschaften „erdig“, „heuartig“ und „holzig“ waren signifikant ($p = 0,00$) stärker bei den Robustaproben ausgeprägt. Auch der angebrannte Flavour wurde beim Robusta als signifikant höher ($p = 0,00$) beurteilt.

Die Attribute die eher mit Arabicasorten assoziiert werden „fruchtig“ und „Bitterschokolade“, wurden auch bei den Arabicaproben im Durchschnitt signifikant stärker ($p = 0,00$) wahrgenommen, als bei den Robustaproben.

(Abb. 17)

Geschmack und Nachgeschmack

Von den drei untersuchten Basalgeschmacksqualitäten unterschieden sich der bittere und der süße Geschmack im Mittel zwischen den beiden Kaffeearten.

Beim sauren Geschmack ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Der bittere Geschmack war bei den Robustaproben signifikant stärker ($p = 0,005$) ausgeprägt im Vergleich zu den Arabicaproben. Dies könnte man erklären durch den höheren Gehalt an Koffein und Chlorogensäuren. Campa et al. [2005] die mehrere Kaffeesorten hinsichtlich dieser beiden Substanzklassen untersucht haben, sind zu dem Ergebnis gekommen, dass vor allem in den Robustas viel höhere Konzentrationen vorhanden sind, und damit auch die Proben bitterer schmeckten.

In der vorliegenden Untersuchung war der süße Geschmack signifikant intensiver ($p = 0,003$) wahrnehmbar bei den Arabicaproben im Vergleich zum Robustakaffee.

Die negative Korrelation ($r = -0,475$ nach Pearson; $p < 0,05$) des bitteren und süßen Geschmacks unterstreicht die Gegensätzlichkeit noch deutlicher.

Dies deckt sich wieder mit dem Studienergebnis von Keast [2008], der feststellen konnte, dass in einer Lösung mit hohem Koffeingehalt, die Süßkraft der Sucrose nicht so stark wahrgenommen wird, wie in einer Lösung mit einem niedrigen Koffeingehalt. Da der Robusta einen höheren Koffeingehalt aufweist, wird der süße Geschmack der Probe unterdrückt. Beim Arabica ist die Koffeinkonzentration niedriger und somit die Süße stärker ausgeprägt.

Beim Nachgeschmack unterschieden sich sowohl der allgemeine wie auch der bittere Nachgeschmack signifikant zwischen Arabica und Robusta.

Der allgemeine Kaffeenachgeschmack der eine Minute nach dem Herunterschlucken beurteilt wurde, war bei den Arabicaproben signifikant intensiver ($p = 0,00$), als bei den Robustaproben.

Beim Robustakaffee war der bittere Nachgeschmack vorherrschend und wurde auch signifikant höher ($p = 0,034$) bewertet als bei Arabicakaffee.

Dieses Ergebnis entspricht auch den Beobachtungen von Woda [2009], die auf die gleiche charakteristische Verteilung der Flavour- und Geschmacksattribute bei Arabica und Robusta gekommen ist. (Abb. 17)

Mundgefühl

Da sich die Bitterkeit zwischen Arabica und Robusta signifikant unterschied, ergab sich auch für die Adstringenz eine signifikante Differenz.

Die Robustaproben, die als bitterer bewertet wurden als die Arabicaproben, zeigten auch eine signifikant höhere ($p = 0,04$) adstringierende Wirkung.

Auch Bicchi et al. [1997] und Diez et al. [2004] konnten dem Robusta den bitteren Geschmack und ein stärker adstringierendes Mundgefühl zuordnen.

Der Mundbelag und die Viskosität unterschieden sich dagegen nicht signifikant. (Abb. 17)

3.1.1 PCA (Principle Compound Analysis)

Die Hauptkomponentenanalyse der Arabicasorte *Santos* und der Robustasorte *Uganda* unterstützte die bisher gesammelten Ergebnisse und hob die charakteristischen Attribute der beiden Kaffeesorten hervor.

Die Eigenschaften von *Santos*, der untersuchten Arabicasorte wurden gut durch die zweite Hauptkomponente zusammengefasst.

Eine starke Korrelation zeigten hier der allgemeine Kaffee flavour, der röstige, sowie Bitterschokoladeflavour und der allgemeine Kaffeenachgeschmack. Alles Attribute die den Arabicakaffee auszeichnen.

Die charakteristischen Attribute der Robustaprobe *Uganda* spiegelten sich in der ersten Hauptkomponente wieder. Der angebrannte, holzige, erdige und heuartige Flavour konnten eindeutig dem Robusta zugeschrieben werden. Wie auch der bittere Geschmack, die Adstringenz und der bittere Nachgeschmack. (Abb. 18)

Auch Woda [2009] ist mit ihrer PCA exakt auf die gleiche Beschreibung der charakteristischen Attribute der Robustaprobe gekommen.

Dies deckt sich größtenteils mit den Ergebnissen von Narain et al. [2003] und Maeztu et al. [2001]. Beide Forschungsgruppen haben Kaffeemischungen, die einen hohen Arabicaanteil hatten mit süß, fruchtig, frisch bezeichnet. Die Bitterkeit und den erdigen Flavour haben sie mit dem Robusta assoziiert.

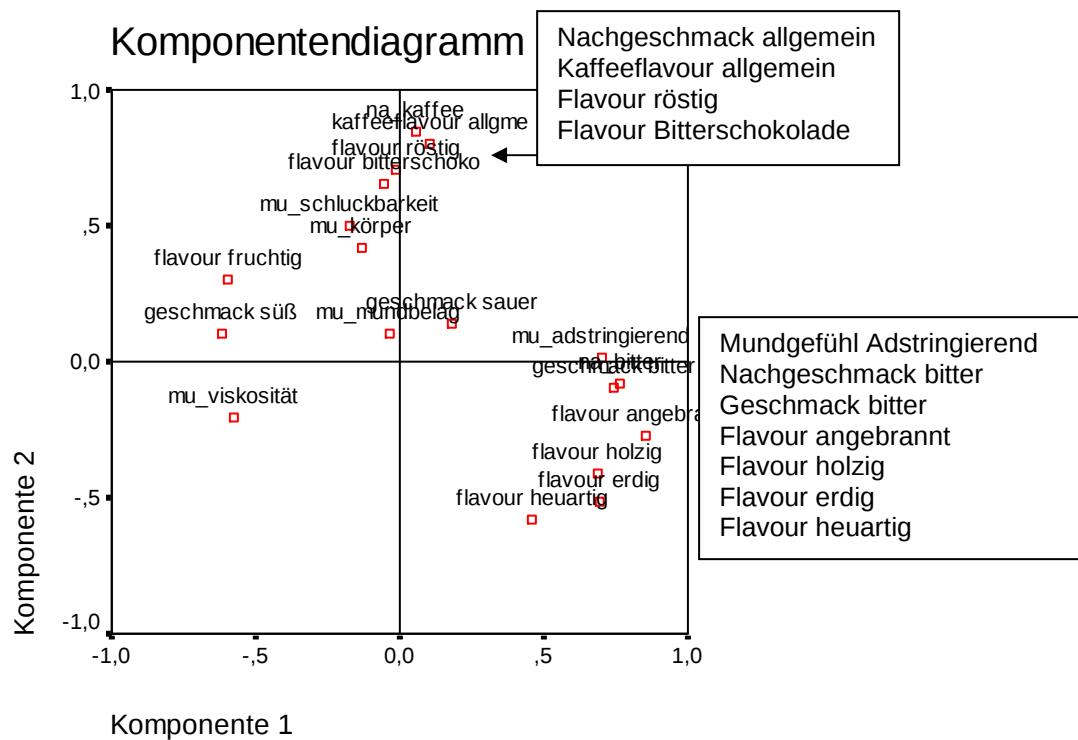


Abb. 18: PCA von Arabica und Robusta ohne Milch

Mit der Komponente 1 korrelieren Attribute, die dem Robusta zugeschrieben werden. Mit Komponente 2 korrelieren Attribute, die dem Arabica zugeteilt werden.

3.2 Arabica vs. Robusta mit Vollmilch

Bei Arabica- und Robustakaffee versetzt mit Vollmilch, konnten weiterhin große Unterschiede zwischen den beiden Spezies festgestellt werden.

Die Intensität des allgemeinen ($p = 0,00$) und röstigen ($p = 0,004$) Flavours war signifikant größer bei den Arabicaprobe, als bei den Robustaprobe.

Die Ausprägung des angebrannten, heuartigen, erdigen und holzigen Flavours ist mit Vollmilch immer noch signifikant ($p = 0,00$) stärker bei der Robustaprobe im Vergleich zum Arabicakaffee.

Der Bitterschokoladeflavour war intensiver ($p = 0,00$) bei der Arabicaprobe. Der fruchtige Flavour wurde deutlicher beim Arabicakaffee wahrgenommen. Diese Differenz zwischen Arabica und Robusta war aber nicht signifikant.

Sowohl der Milch- als auch Sahneflavour wurde nicht signifikant unterschiedlich bewertet zwischen Arabica und Robusta.

Bei den Grundgeschmacksarten zeigten der saure und der bittere Geschmack signifikante Differenzen zwischen den beiden Kaffeespezies.

Die Robustaprobe schmeckte signifikant saurer ($p = 0,06$), als der Arabica.

Der bittere Geschmack ($p = 0,001$) und Nachgeschmack ($p = 0,012$) waren signifikant stärker beim Robustakaffee wahrnehmbar.

Außerdem konnte beobachtet werden, dass der allgemeine Kaffeenachgeschmack bei der Arabicaprobe signifikant intensiver ($p = 0,009$) ausgeprägt war, als bei der Robustaprobe.

Für die Mundgefühlattribute ergaben sich für die Adstringenz, den Körper und die Schluckbarkeit signifikante Differenzen zwischen der Arabicasorte *Santos* und der Robustasorte *Uganda*.

Die Robustaprobe war signifikant adstringierender ($p = 0,001$). Die Arabicaprobe hingegen hatte einen vollmundigeren Körper ($p = 0,001$) und die Schluckbarkeit war reibungsloser ($p = 0,00$) als beim Robustakaffee.

3.2.1 Einfluss des Milchtypes bei verschiedenen Milchmengen

10 ml Milch

Beim Vergleich der Arabica- und Robustaproben, die mit 10 ml Vollmilch versetzt wurden, ließ sich erkennen, dass die jeweils typischen Attribute der beiden Kaffeespezies durch diese Milchmenge nicht abgedeckt werden konnten.

Der allgemeine Kaffee flavour sowie die Bitterschokoladenote waren bei der Arabica probe weiter signifikant intensiver (allgemein $p = 0,014$; Bitterschokolade $p = 0,00$) als beim Robusta.

Der angebrannte, holzige, erdige und heuartige Flavour war bei der Robustaprobe auch mit 10 ml Milch noch signifikant höher (angebrannt: $p = 0,005$; holzig: $p = 0,002$; erdig: $p = 0,00$; heuartig: $p = 0,00$) ausgeprägt.

Der röstige Flavour war bei der Arabica probe intensiver (6,27 Pkt.) als bei der Robustaprobe (5,37 Pkt.). Dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant. Beim fruchtigen Flavour, aber auch bei Milch- und Sahne flavour gab es, keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Proben.

Bei den Grundgeschmacksarten und beim Nachgeschmack konnten keine Signifikanzen beobachtet werden. Der bittere Geschmack war zwar beim Robusta höher ausgeprägt, dieser Unterschied war aber nicht signifikant ($p = 0,053$).

Der bittere Nachgeschmack blieb hingegen beim Robustakaffee signifikant intensiver ($p = 0,021$) im Vergleich zur Arabica probe.

Der süße und auch saure Geschmack waren annähernd gleich stark ausgeprägt bei den beiden Kaffeearten.

Auch die Adstringenz ($p = 0,018$) war signifikant deutlicher ausgeprägt beim Robusta im Vergleich zum Arabica. (Abb. 19)

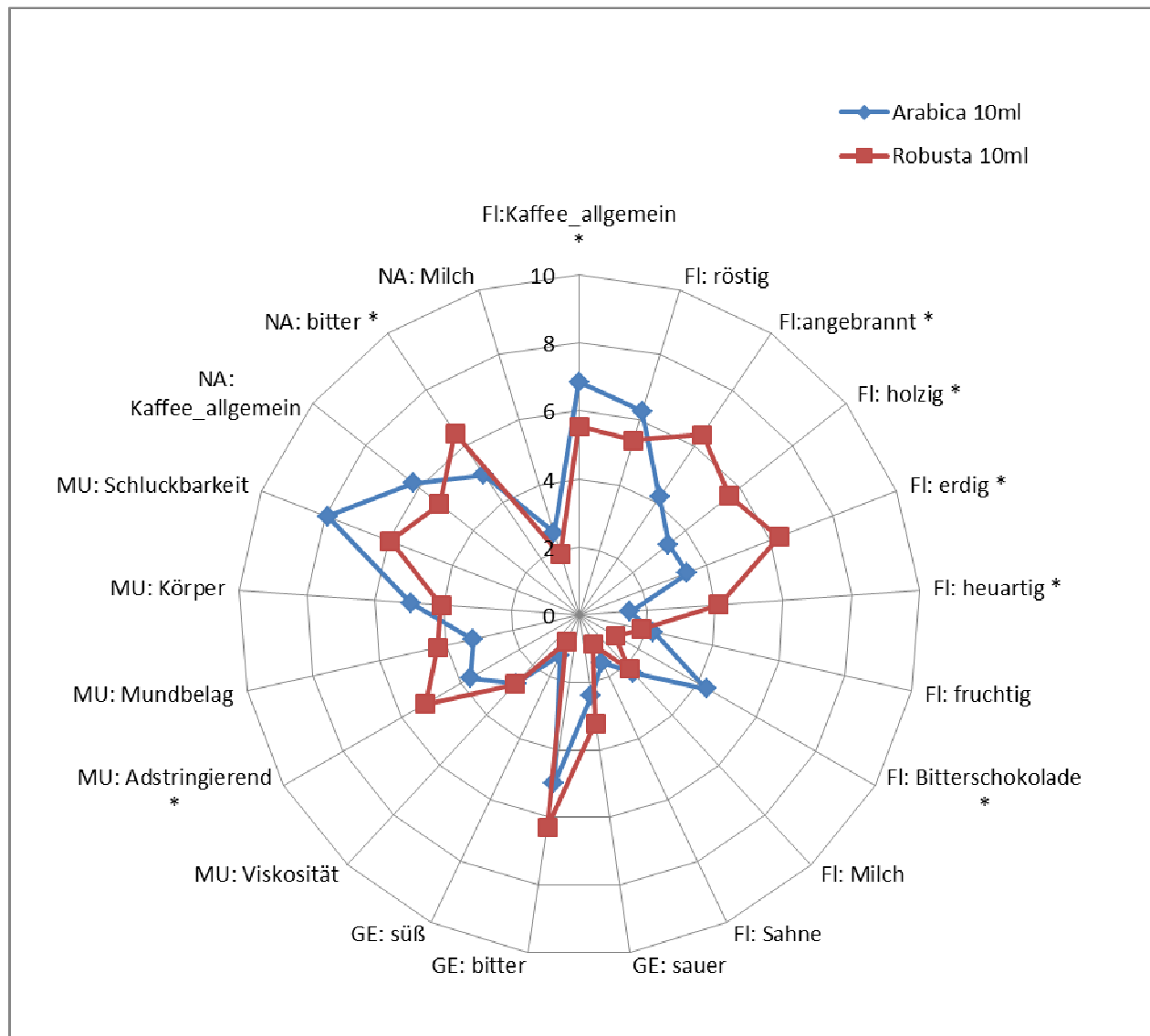


Abb. 19: Produktprofile von Arabica und zu Robusta, beide mit 10 ml Vollmilch (3,6% Fett)

FL... Flavour, GE.... Geschmack, MG.... Mundgefühl, NG.... Nachgeschmack
 *) signifikant

20 ml

Bei den Proben mit 20 ml Vollmilch auf 100 ml Kaffee konnte beobachtet werden, dass viele Unterschiede, die bei den Proben mit 10 ml Milch noch signifikant waren, bei 20 ml Vollmilch keine Signifikanz mehr zeigten.

Der allgemeine und Bitterschokoladeflavour blieben signifikant intensiver (allgemein $p = 0,008$; Bitterschokolade $p = 0,00$) wahrnehmbar bei der Arabicaprobe.

Der angebrannte ($p = 0,02$) und auch der erdige ($p = 0,035$) Flavour wurden immer noch signifikant stärker bei der Robustaprobe wahrgenommen. Der holzige und heuartige Flavour hingegen wurde von der Milch so herabgestuft, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Intensität der Wahrnehmung zwischen den beiden Kaffeespezies mehr gab.

Der röstige und fruchtige Flavour zeigte keinen signifikanten Unterschied in den beiden Kaffeearten. Das gleiche konnte bei Milch- und Sahneflavour, beobachtet werden. (Abb. 19)

Bei den Geschmack- und Nachgeschmackattributen ergaben sich interessante Veränderungen im Vergleich zu den Ergebnissen mit 10 ml Milch. So war der bittere Nachgeschmack bei der Robustaprobe mit 10 ml Milch noch signifikant intensiver, als beim Arabicakaffee. Nach der Zugabe von 20 ml Vollmilch zu 100 ml Kaffee war dieser Unterschied nicht mehr signifikant.

Beim süßen Geschmack zeigte sich keine signifikante Differenz zwischen den beiden Kaffeespezies. Unerklärlicherweise schmeckte aber der Robusta mit 20 ml Milch signifikant saurer ($p = 0,035$) als der Arabica.

Die Mundgefühlattribute blieben in ihrer Ausprägung ähnlich bei den beiden Kaffeesorten. Lediglich die Schluckbarkeit war für den Arabica signifikant ($p = 0,045$) leichter. (Abb. 20)

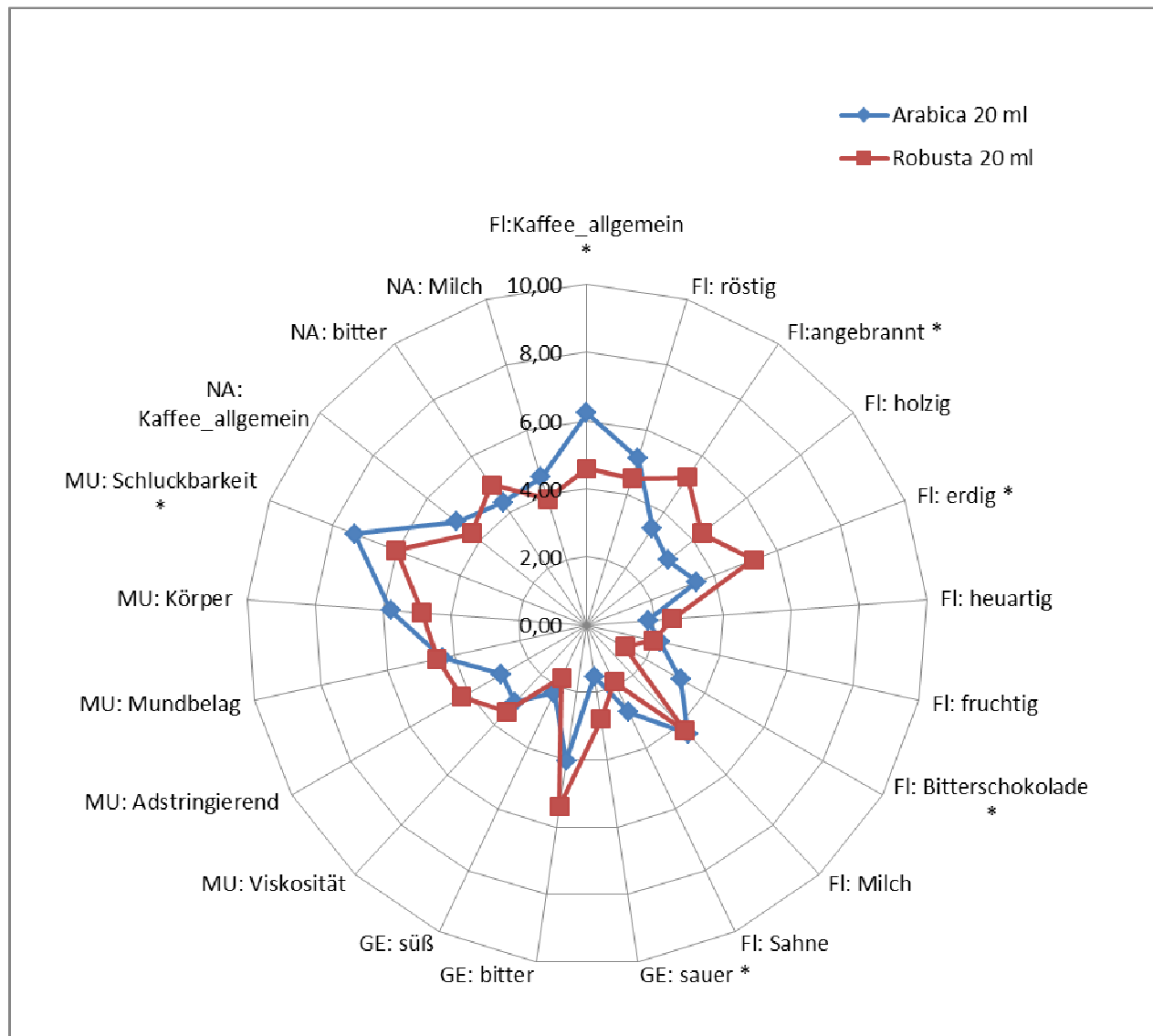


Abb.20: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 20 ml Vollmilch (3,6% Fett)

FL... Flavour, GE.... Geschmack, MG.... Mundgefühl, NG.... Nachgeschmack

*) signifikant

30 ml Milch

Bei den Proben mit 30 ml Vollmilch/100 ml Kaffee wurden die Unterschiede zwischen Arabica und Robusta noch geringer wahrgenommen.

Die einzigen Flavourattribute bei denen sich noch signifikante Unterschiede ergeben haben, waren der allgemeine Kaffee flavour ($p = 0,015$) und der Bitterschokoladeflavour ($p = 0,005$). Beide Attribute waren, wie auch schon bei den Proben mit 10 ml und 20 ml Milch/100 ml Kaffee intensiver bei der Arabicaprobe bewertet worden.

Der angebrannte und erdige Flavour, die bei den Proben mit 20 ml Milch noch signifikant intensiver bei der Robustaprobe waren, zeigten nach der Zugabe von 30 ml Milch auch keine signifikanten Differenzen mehr.

Die Wahrnehmung des Milch- und Sahneflavours stand weiterhin in keinem Zusammenhang mit der Kaffeesorte.

Bei den Geschmack- und Nachgeschmacksattributen, gab es keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen Arabica und Robusta.

Auch die Mundgefühlattribute waren bei der Arabica- und Robustaprobe ähnlich ausgeprägt. (Abb. 21)

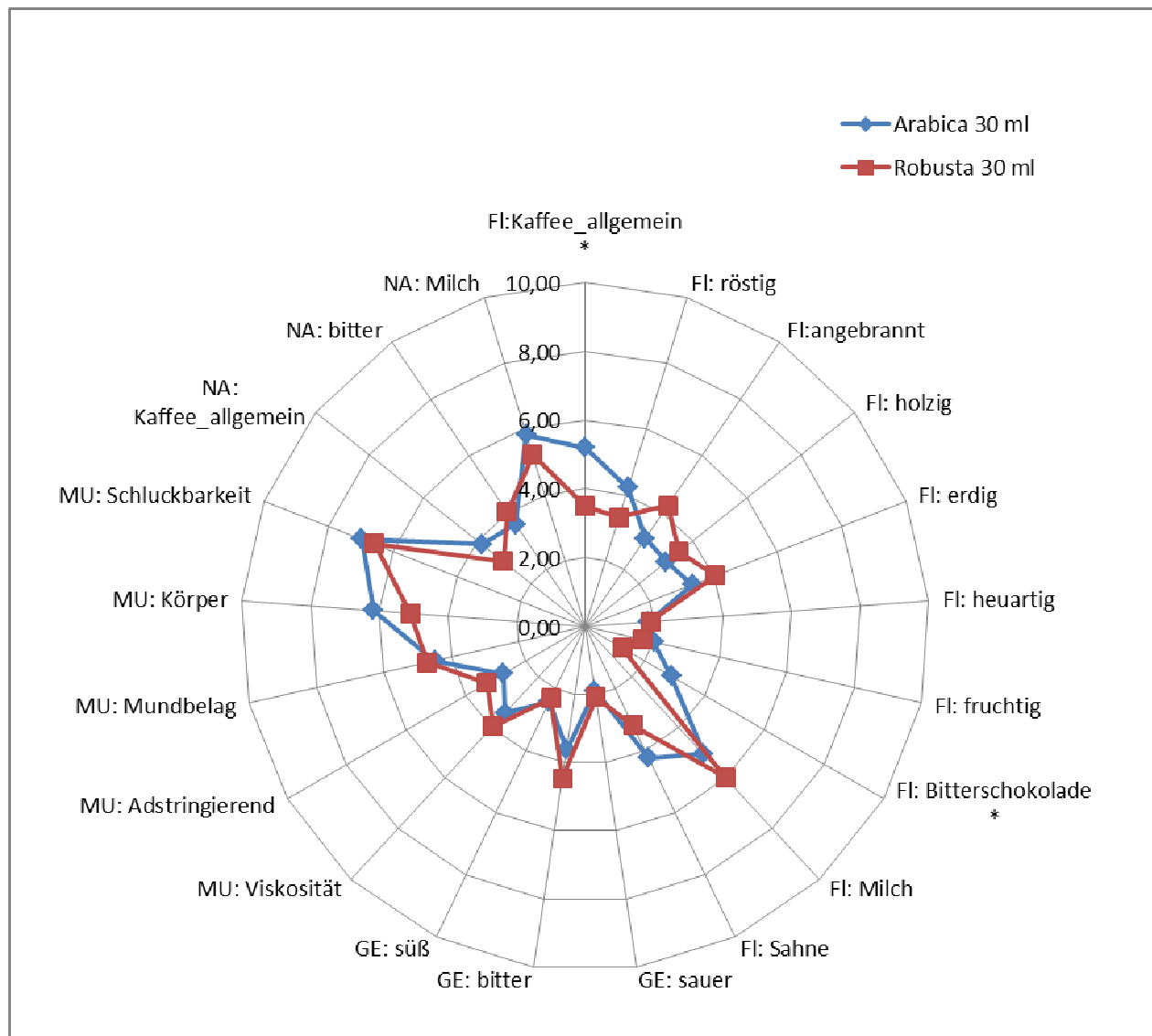


Abb.21: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 30 ml Vollmilch (3,6% Fett)

FL... Flavour, GE.... Geschmack, MG.... Mundgefühl, NG.... Nachgeschmack

*) signifikant

3.3 Arabica vs. Robusta mit Leichtmilch (0,1% Fett)

Bei den Arabica- und Robustaproben, die mit Leichtmilch versetzt wurden, konnte beobachtet werden, dass die Unterschiede im Flavourprofil zwischen Arabica und Robusta signifikant blieben im Vergleich zu den Proben mit Vollmilch.

Der intensivere allgemeine ($p = 0,00$) und röstige ($p = 0,06$) Flavour konnte auch bei den Proben mit Leichtmilch signifikant dem Arabica zugeteilt werden. Ebenso wie der fruchtige ($p = 0,00$) und der Bitterschokoladeflavour ($p = 0,00$), die bei der Arabicaprobe signifikant stärker ausgeprägt waren, im Vergleich zu der Robustaprobe.

Der angebrannte ($p = 0,002$), holzige, erdige und heuartige Flavour ($p = 0,00$) war hingegen bei der Robustaprobe signifikant intensiver, als beim Arabicakaffee mit Leichtmilch.

Wie auch schon bei den Kaffeeproben mit Vollmilch konnte sowohl beim Milch- als auch Sahneflavour keine signifikante Differenz zwischen den beiden Kaffeespezies festgestellt werden.

Bei den Grundgeschmacksarten konnte ein signifikanter Unterschied nur beim süßen Geschmack beobachtet werden. Die Arabicaprobe schmeckte signifikant süßer ($p = 0,003$) als die Robustaprobe.

Anders als bei den Proben mit Vollmilch, ergab sich beim bitteren Geschmack kein signifikanter Intensitätsunterschied zwischen Arabica- und Robustaproben. Auch der bittere Nachgeschmack wurde bei beiden Spezies ähnlich intensiv beurteilt.

Der allgemeine Nachgeschmack war hingegen signifikant stärker ($p = 0,00$) beim Arabica ausgeprägt im Vergleich zum Robustakaffee.

Bei den Mundgefühlattributen ließ sich ein signifikanter Unterschied nur beim Körper und der Schluckbarkeit erkennen.

Die Arabicaprobe war sowohl vollmundiger ($p = 0,00$), als auch reibungsloser ($p = 0,022$) zu schlucken, als die Robustaprobe.

3.3.1 Der Einfluss des Milchtyps in verschiedenen Milchmengen:

10 ml Milch

Ähnlich den Kaffeeproben mit Vollmilch waren auch die Arabica- und Robustaproben versetzt mit 10 ml Leichtmilch noch sehr verschieden, was die Flavourattribute betraf.

Der allgemeine Kaffeeflavour war stärker ($p = 0,019$) beim Arabicakaffee ausgeprägt. Der röstige Flavour wurde ähnlich bewertet bei der Arabica und der Robustaprobe, sodass kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte.

Angebrannter, holziger, erdiger und heuartiger Flavour waren bei der Robustaprobe deutlich intensiver (angebrannt: $p = 0,004$; holzig: $p = 0,00$; erdig: $p = 0,001$; heuartig: $p = 0,00$) wahrnehmbar. Auf dem Profil ist auch eine eindeutige Differenz zwischen Robusta und Arabica bei diesen Attributen erkennbar. (Abb. 22)

Der fruchtige ($p = 0,021$) und Bitterschokoladeflavour ($p = 0,00$) sind bei der Arabicaprobe signifikant höher bewertet worden.

Der Milch- und Sahneflavour blieb weiterhin unabhängig von der Kaffeeart wahrnehmbar und die Unterschiede zwischen Arabica und Robusta waren nicht signifikant.

Die Differenz in der Ausprägung des bitteren Geschmacks war nicht signifikant zwischen Arabica und Robusta.

Die Arabicaprobe schmeckte jedoch signifikant süßer ($p = 0,024$) als die Robustaprobe.

Der allgemeine Kaffeenachgeschmack war signifikant ($p = 0,001$) intensiver bei der Arabicaprobe. Wie schon beim bitteren Geschmack, war der Unterschied beim bitteren Nachgeschmack auch nicht signifikant. In der Ausprägung des Milchnachgeschmacks, konnte keine signifikante Differenz zwischen den Kaffeespezies festgestellt werden.

Bei den Mundgefühlattributen zeigte sich nur beim Körper ein signifikanter Unterschied. Der Arabica wies einen signifikant vollmundigeren Körper ($p = 0,00$) auf, als der Robusta. (Abb. 22)

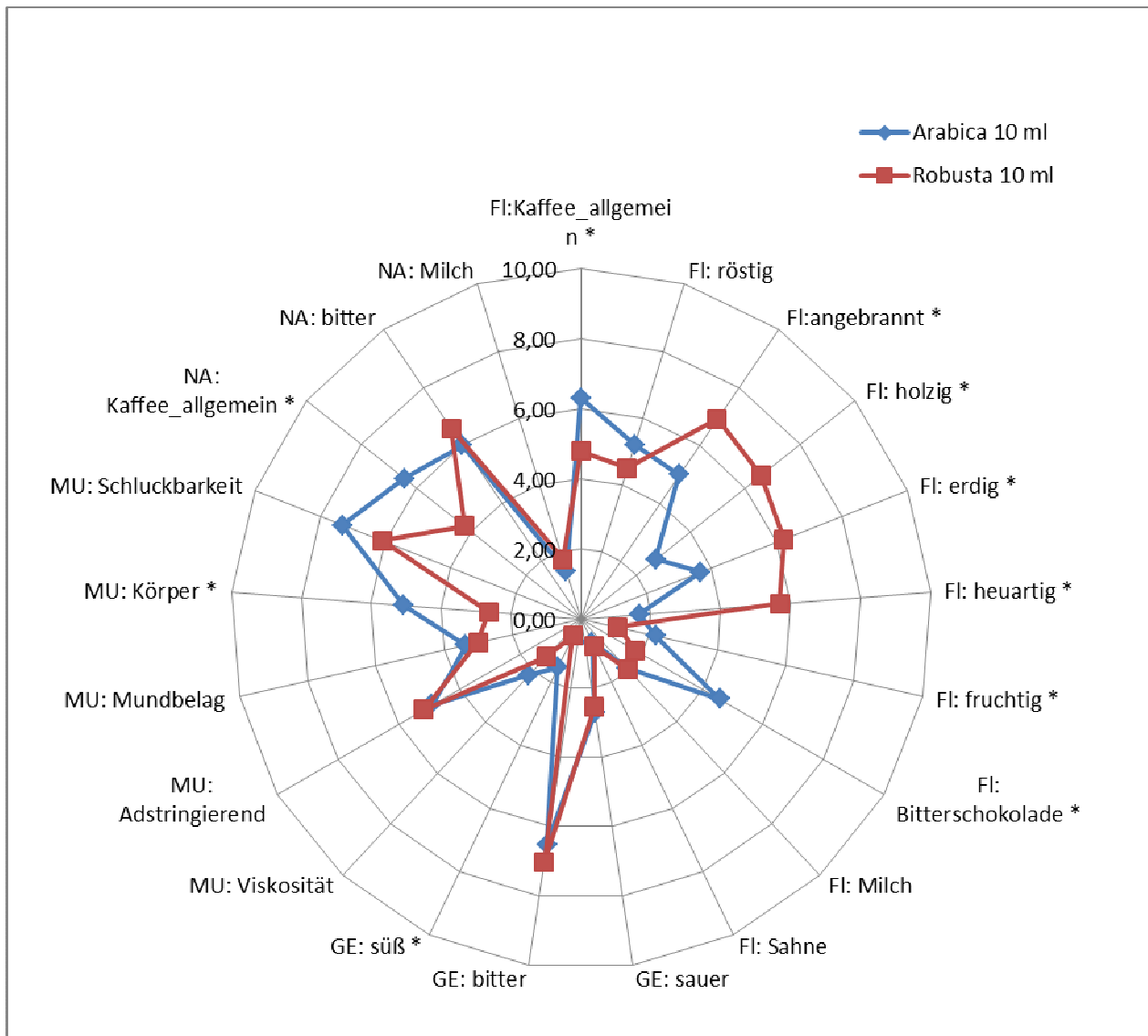


Abb. 22: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 10 ml Leichtmilch (0,1% Fett)

FL... Flavour, GE.... Geschmack, MG.... Mundgefühl, NG.... Nachgeschmack

*) signifikant

20 ml Milch

Auf dem Profil ist gut zu sehen, dass die Intensität der meisten Attribute von beiden Kaffeesorten insgesamt zurückgeht. (Abb. 23)

Der allgemeine Kaffeeflavour ($p = 0,011$) und der Bitterschokoladeflavour ($p = 0,00$) waren noch signifikant stärker bei der Arabicaprobe ausgeprägt.

Weiterhin signifikant verschieden blieb die Bewertung des holzigen ($p = 0,002$), erdigen ($p = 0,035$) und heuartigen ($p = 0,00$) Flavours. Alle drei Attribute wurden deutlich höher beim Robusta wahrgenommen. (Abb. 23)

Beim röstigen und auch angebrannten Flavour konnte kein signifikanter Unterschied beobachtet werden.

Bei den Grundgeschmacksarten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Weder schmeckte eine der beiden Proben saurer, noch süßer. Auch die Differenzen im bitteren Geschmack waren nicht signifikant.

Der allgemeine Kaffeenachgeschmack bei der Arabicaprobe mit 20 ml Leichtmilch war weiterhin signifikant intensiver ($p = 0,003$) als bei der Robustaprobe mit 20 ml Leichtmilch.

Der bittere Nachgeschmack und der Milchnachgeschmack wurden bei Arabica und Robusta ähnlich wahrgenommen.

Bei den Mundgefühlattributen zeigte sich wieder beim Körper eine signifikante Differenz ($p = 0,00$) zwischen den Kaffeespezies. Die Arabicaprobe hatte mehr Körper, als der Robusta. (Abb. 23)

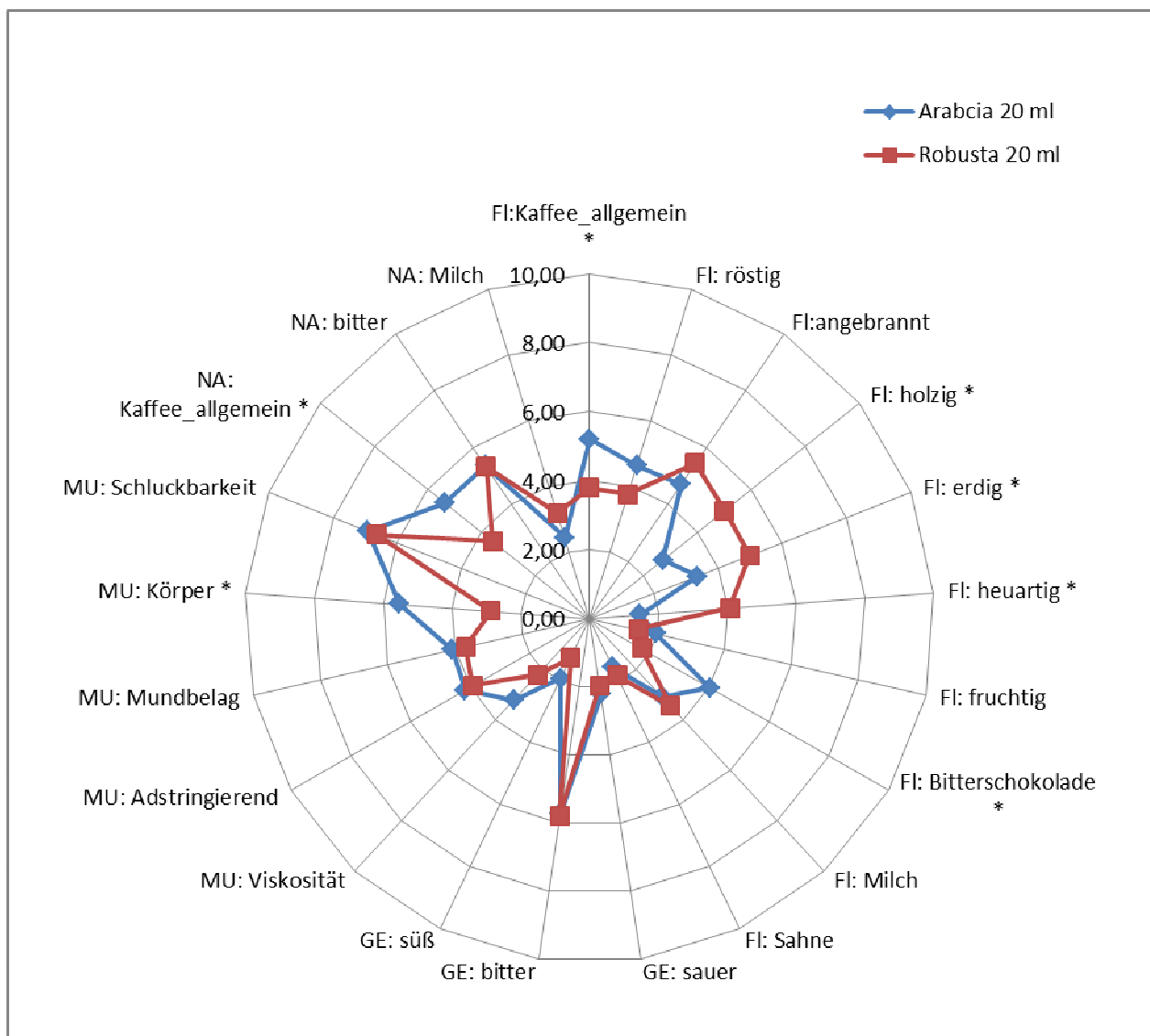


Abb. 23: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 20 ml Leichtmilch (0,1% Fett)

FL... Flavour, GE.... Geschmack, MG.... Mundgefühl, NG.... Nachgeschmack

*) signifikant

30 ml Milch

Bei den Kaffeeproben mit 30 ml Milch pro 100 ml waren der allgemeine Kaffee flavour ($p = 0,02$) und Bitterschokoladeflavour ($p = 0,007$) weiterhin signifikant intensiver bei der Arabicaprobe.

Auch der röstige Flavour wurde bei dieser Milchmenge signifikant unterschiedlich beurteilt zwischen den beiden Kaffeespezies. Der Flavour der Arabicaprobe war röstiger ($p = 0,011$), als beim Robusta.

Der angebrannte Flavour wies weiterhin keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Proben auf.

Der holzige und auch heuartige Flavour war weiterhin beim Robusta mehr ausgeprägt. Dieser schmeckte signifikant holziger ($p = 0,003$) und heuartiger ($p = 0,003$) als der Arabica. Die Intensität des erdigen Flavours hingegen war bei einer Milchmenge von 30 ml in 100 ml Arabica beziehungsweise Robusta nicht mehr signifikant unterscheidbar.

Für den fruchtigen Flavour und auch für Milch- und Sahne flavour ergaben sich keine signifikanten Differenzen. (Abb. 24)

Die Ausprägung der Basalqualitäten „bitter“, „süß“, „sauer“ war weiterhin ähnlich und nicht signifikant.

Bei den Attributen des Nachgeschmacks war nur der allgemeine Kaffeenachgeschmack signifikant intensiver ($p = 0,00$) bei der Arabicaprobe im Vergleich zum Robustakaffee.

Die Ausprägung der Mundgefühlattribute blieb unbeeinflusst von der Kaffeeart. Nur der Körper wurde als signifikant stärker ($p = 0,011$) bei der Arabicaprobe beurteilt. (Abb. 24)

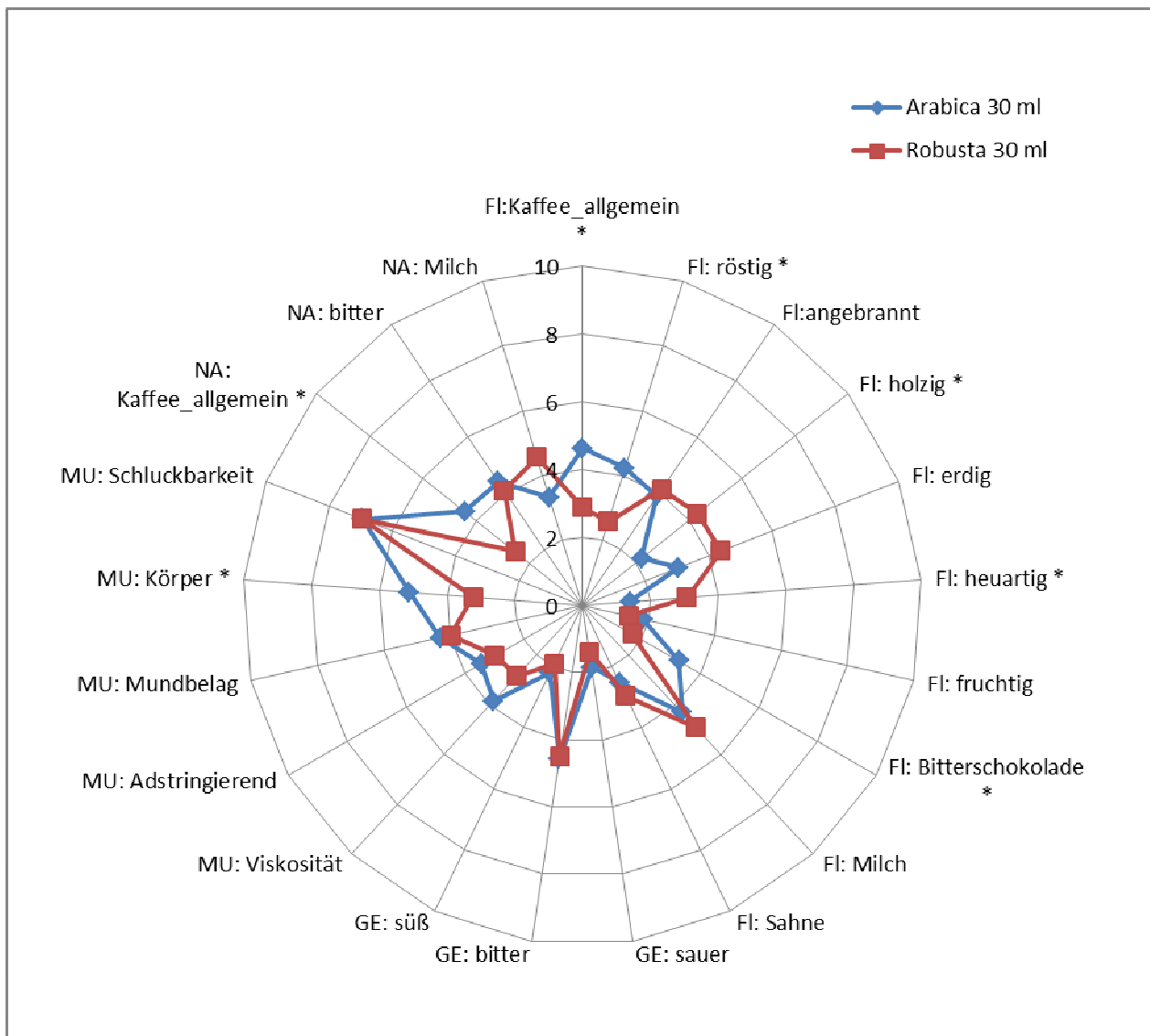


Abb. 24: Produktprofile von Arabica und Robusta, beide mit 30 ml Leichtmilch (0,1% Fett)

FL... Flavour, GE.... Geschmack, MG.... Mundgefühl, NG.... Nachgeschmack

*) signifikant

V. Diskussion und Schlussbetrachtung

Kaffee ist neben Tee das beliebteste Heißgetränk der Welt und nach Rohöl die weltweit meist gehandelte Ware.

Da Kaffee häufig mit Milch getrunken wird, ist für die vorliegende Arbeit die Veränderung verschiedener Attribute, insbesondere des Flavourprofils durch die Milchezugabe, Forschungsgegenstand. Auch die Rolle des Fettgehalts der Milch für die Ausprägung unterschiedlicher Kaffeeattribute war von Interesse.

Eine Arabicasorte (*Santos*) und eine Robustasorte (*Uganda*) wurden mit verschiedenen Mengen an Vollmilch (3,6% Fett) und Leichtmilch (0,1% Fett) versetzt.

Diskussion der Ergebnisse des Arabica (*Santos*) – Vollmilch vs. Leichtmilch

Sowohl bei den Proben mit Vollmilch (3,6% Fett), als auch bei jenen mit Leichtmilch (0,1% Fett) hat sich gezeigt, dass die Intensität der meisten Kaffeeattribute mit steigender Milchezugabe zurückgegangen ist.

Eine Erklärung dafür könnten die Proteine in der Milch sein, da diese möglicherweise die Fähigkeit haben Flavourkomponenten zurückzuhalten [Andriot et al. 2004].

Die signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Referenzprobe ohne Milch traten bei den Proben versetzt mit Vollmilch meist bei 10% - 20% Milch auf. Bei den Proben mit Leichtmilch konnten signifikante Differenzen im Vergleich zu schwarzem Kaffee erst bei einer Milchezugabe von 20 ml beziehungsweise 30 ml Milch in 100 ml Kaffee beobachtet werden.

Der röstige und allgemeine Kaffee flavour sowie der allgemeine Nachgeschmack wurden bei den Proben mit Vollmilch schon bei einer Milchezugabe von 10 ml in 100 ml Kaffee signifikant gesenkt, während dies bei den Proben mit Leichtmilch erst bei 20 ml der Fall war.

Die Intensität des fruchtigen Flavours nahm bei den Proben mit Vollmilch bei 30 ml Milch signifikant ab. Bei den Proben mit Leichtmilch gab es in allen

Milchdosierungen keine signifikanten Differenzen im Vergleich zum schwarzen Kaffee.

Der Bitterschokoladenflavour wurde von der Vollmilch schon bei 20 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant reduziert. Die Proben versetzt mit Leichtmilch ließen eine signifikante Abnahme im Bitterschokoladeflavour erst bei 30 % Milch erkennen.

All diese Attribute (allgemeine Kaffee flavour und Nachgeschmack, der röstige, fruchtige und Bitterschokoladeflavour) gelten als typisch für den Arabicakaffee. Auch Woda [2009] hat dem Arabica insbesondere den röstigen, allgemeinen und fruchtigen Flavour zuteilen können. Die Ausprägung der charakteristischen Kaffeeattribute des Arabicas war sowohl von der Milchmenge, als auch vom Milchfett abhängig.

Der bittere Geschmack sowie Nachgeschmack wurden bei den Proben mit Vollmilch schon bei 10 ml Milch signifikant schwächer beurteilt im Vergleich zur Referenzprobe, während sich bei den Proben mit Leichtmilch erst bei 20 ml eine signifikante Differenz zum Arabica ohne Milch zeigte. Die Studie von Koriyama et al. [2002] unterschützt dieses Ergebnis. Die Autoren haben herausgefunden, dass Fette den bitteren Geschmack abschwächen können.

Die Adstringenz, die eng mit dem bitteren Geschmack verknüpft ist, wurde auch bei 10 ml Vollmilch/100 ml Kaffee beziehungsweise 20 ml Leichtmilch/100 ml Kaffee signifikant gesenkt.

Alle anderen Mundgefühlattribute, bis auf den Körper wurden zwar durch die Milchmenge beeinflusst, nicht aber durch den unterschiedlichen Milchtyp. Die Viskosität und der Mundbelag nahmen mit steigender Milchmenge zu, es gab aber keine Differenzen zwischen den beiden Milchtypen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass beim Arabica das Milchfett vor allem den bitteren Geschmack und die Adstringenz signifikant beeinflusst. Die Intensität beider Attribute konnte durch die Milch mit dem höheren Fettgehalt (3,6%) gesenkt werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Daten von Denker et al. [2006], die eine Rückhaltung bitterer Geschmacksstoffe durch Milchfett bei einer Milchzugabe von 100% feststellen konnten. Keast [2008] beobachtete in

seiner Studie aber das gegenteilige Verhalten des MilCHFettes. Er arbeitete mit KoffeInlösungen und 3 verschiedenen MilchtYPen (0%, 2% und 4% Fett). Er kam auf das Ergebnis, dass die Lösung, die mit der Milch mit nur 0% Fett versetzt wurde, weniger bitter schmeckte, als die Lösungen mit den anderen beiden MilchtYPen.

Darüber hinaus zeigte sich, dass bei den Proben, die mit Milch versetzt wurden, zwar der Milchnachgeschmack, nicht aber der Milchflavour signifikant unterschiedlich zwischen den beiden MilchtYPen war. Der anhaltende Milchgeschmack war also beim Arabica stark abhängig vom Fettgehalt der Milch.

Abgesehen vom Milchnachgeschmack und dem sahnigen Flavour konnten ab 30 ml Milch in 100 ml Kaffee zwischen der Probe mit Vollmilch und jener mit Leichtmilch aber keine signifikanten Unterschiede mehr beobachtet werden.

Diskussion der Ergebnisse des Robusta (Uganda) - Vollmilch vs. Leichtmilch

Die, für den Robusta typischen Attribute waren von der Milchmenge, aber nur wenig vom MilCHFett beeinflusst.

Der angebrannte und holzige Flavour wurde sowohl bei den Proben mit Vollmilch, als auch bei jenen mit Leichtmilch, mit einer Milchzugabe von 20 ml/100 ml Kaffee signifikant gesenkt.

Der heuartige Flavour zeigte dagegen eine Abhängigkeit vom Fettgehalt der Milch. Er wurde bei 10 ml und 20 ml Milch pro 100 ml Kaffee signifikant intensiver bei den Proben mit Leichtmilch wahrgenommen im Vergleich zu den Proben versetzt mit Vollmilch.

Bei dem bitteren Geschmack und auch Nachgeschmack konnten zwischen den Proben versetzt mit beiden MilchtYPen keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Sie wurden von Vollmilch und Leichtmilch im gleichen Maße bei einer Milchzugabe von 20 % signifikant gesenkt.

Beim Robusta schien der Fettgehalt der Milch nicht so ausschlaggebend für die Intensität der Flavour- und Geschmacksattribute zu sein. Möglicherweise haben für diese Spezies die Milchproteine einen größeren Stellenwert, als für den Arabica. Denker et al. [2006] kamen zu dem Ergebnis, dass vor allem das Molkenprotein Aromaverbindungen zurückhalten kann. Die Bindung, die Proteine und Flavourkomponenten eingehen, konnte aber teilweise vom Speichel wieder aufgelöst werden. Inwieweit die Milchproteine also eine Relevanz für die Rückhaltung beziehungsweise Maskierung von Aromastoffen haben, darüber besteht noch Forschungsbedarf.

Für die Intensität des süßen Geschmacks schien der Milchtyp eine Rolle zu spielen. Die Probe mit 10 ml Vollmilch/100 ml Kaffee schmeckte signifikant süßer als die Probe ohne Milch, während erst die Probe mit 20 ml Leichtmilch in 100 ml Kaffee eine signifikante Differenz zur Referenzprobe zeigte.

Insgesamt konnten speziell bei den Flavour- und Geschmacksattributen signifikante Unterschiede zur Probe ohne Milch meist erst bei einer Milchmenge von 20% beziehungsweise 30% beobachtet werden. Bei 10 ml Milch in 100 ml Kaffee waren bei beiden Milchtypen noch keine signifikanten Änderungen zum schwarzen Kaffee feststellbar.

Vor allem bei den Mundgefühlattributen konnten signifikante Unterschiede zwischen den Proben mit beiden Milchtypen beobachtet werden.

Die Viskosität und der Mundbelag nahmen bei der Probe mit Vollmilch schon bei 10 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant zu. Bei den Proben mit Leichtmilch waren 20 ml Milch notwendig, um eine signifikante Änderung zum schwarzen Kaffee zu erkennen.

Der Körper des Robustas war bei der Vollmilchprobe stärker ausgeprägt und nahm bei 20 % Milchzugabe signifikant zu.

Abgesehen vom Körper, der immer noch stärker bei der Probe mit Vollmilch ausgeprägt war, gab es ähnlich wie bei den Arabicaproben auch bei den Robustaproben mit 30 ml Milch/100 ml Kaffee keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Proben mit Vollmilch beziehungsweise Leichtmilch. Selbst

der Milchnachgeschmack und sahnige Flavour wurden bei den Proben mit beiden Milchtypen ähnlich intensiv beurteilt.

Diskussion der Ergebnisse von Arabica im Vergleich mit Robusta-Vollmilch vs. Leichtmilch

Was den Vergleich Arabica mit Robusta Kaffee betrifft, zeichnete sich ein deutliches Bild ab. Die grundlegenden Unterschiede in den charakteristischen Attributen traten ungeachtet der beiden Milchtypen klar hervor.

Der Arabica zeigte einen ausgeprägten allgemeinen Kaffeeflavour, eine stärkere Röst- und Bitterschokoladenote, war fruchtiger, süßer und wies einen langanhaltenden allgemeinen Kaffeenachgeschmack auf.

Der Robusta war im Gegensatz dazu geprägt durch einen angebrannten, erdigen, heuartigen und holzigen Flavour. Er schmeckte bitterer, war adstringierender und hatte einen langanhaltenden bitteren Nachgeschmack.

Auch durch die Hauptkomponentenanalyse ließ sich dieses Bild bestätigen und deckte sich mit jenem von Maeztu et al. [2001], die bei der Durchführung ihrer PCA dem Arabica die Attribute „süß“, „caramel-, schokoladenartig“, „fruchtig“, „malzig“ zuordnen konnten.

Narain et al. [2003] fanden für den Arabica eine Korrelation mit den Flavourkomponenten „fruchtig“, „blumig“ und „süß“, während der Robusta mit bitteren Geschmackskomponenten und erdig-muffigen Flavour korrelierte.

Auch Woda [2009] führte eine Gegenüberstellung der bewerteten Attribute mittels PCA durch. Beim Arabicakaffee war der allgemeine Kaffeeflavour und Geruch, sowie der fruchtige und röstige Geruch und Flavour stärker ausgeprägt, als beim Robusta.

Dem Robusta wiederum konnten die Attribute „angebrannt“, „holzig“, „erdig“ in Flavour und Geruch, sowie der bittere Geschmack und das adstringierende Mundgefühl zugeteilt werden.

Grosch [2001] hat mit seiner Studie die Theorie aufgestellt, dass Aromastoffe mit einer größeren Intensität die Fähigkeit haben, weniger intensive Aromen zu unterdrücken beziehungsweise zu maskieren.

Dieser Theorie folgend würden sortenspezifische Attribute, die intensiv wahrgenommen werden, die für die jeweilige Sorte nicht charakteristischen Flavourkomponenten maskieren.

Wenn man die beiden Milchtypen mit ihren unterschiedlichen Fettgehalten in die Analyse miteinbezieht, wurden die Kaffeeattribute, die für Arabica beziehungsweise Robusta charakteristisch waren, weiterhin signifikant mit der jeweiligen Spezies assoziiert.

Der Arabicakaffee schmeckte sowohl mit Vollmilch, als auch mit Leichtmilch signifikant intensiver nach Bitterschokolade, hatte einen stärker ausgeprägten allgemeinen und röstigen Kaffee flavour. Auch der allgemeine Kaffeenachgeschmack war beim Arabica stärker im Vergleich zu den Robustaprobe n. Die Attribute „erdig“, „holz ig“, „heuartig“ und „angebrannt“ wurden unabhängig vom Milchtyp intensiver beim Robusta bewertet.

Der bittere Geschmack und Nachgeschmack, sowie die Adstringenz waren dagegen sehr stark vom Milchtyp abhängig.

Bei den Proben mit Vollmilch (3,6% Fett) wurden alle 3 oben genannten Attribute signifikant intensiver beim Robusta wahrgenommen. Die Robustaprobe n schmeckten signifikant bitterer, hatten einen bittereren Nachgeschmack und waren adstringierender als die Arabicaprobe n.

Versetzte man die beiden Kaffeespezies allerdings mit Leichtmilch (0,1% Fett), gab es keine signifikanten Unterschiede in der Bitterkeit mehr zwischen Arabica und Robusta. Die Arabicaprobe mit Leichtmilch wurde signifikant bitterer wahrgenommen, als die Arabicaprobe mit Vollmilch.

Daraus kann geschlossen werden, dass die Leichtmilch die Bitterkeit des Arabicas weniger gut maskieren kann, als die Vollmilch und so der bittere Geschmack sogar ähnlich intensiv wie beim Robustas bewertet wurde.

Auch Koriyama, et al. [2002] haben feststellen können, dass verschiedene Fette den bitteren Geschmack unterdrücken können. Dies scheint vor allem für den Arabica relevant zu sein.

Mit der Boxplot Darstellung wird der Unterschied in der Bitterkeit zwischen den Proben mit Vollmilch und der nicht mehr vorhandene Unterschied bei den Proben mit Leichtmilch, auch bildlich deutlich. (Abb. 25)

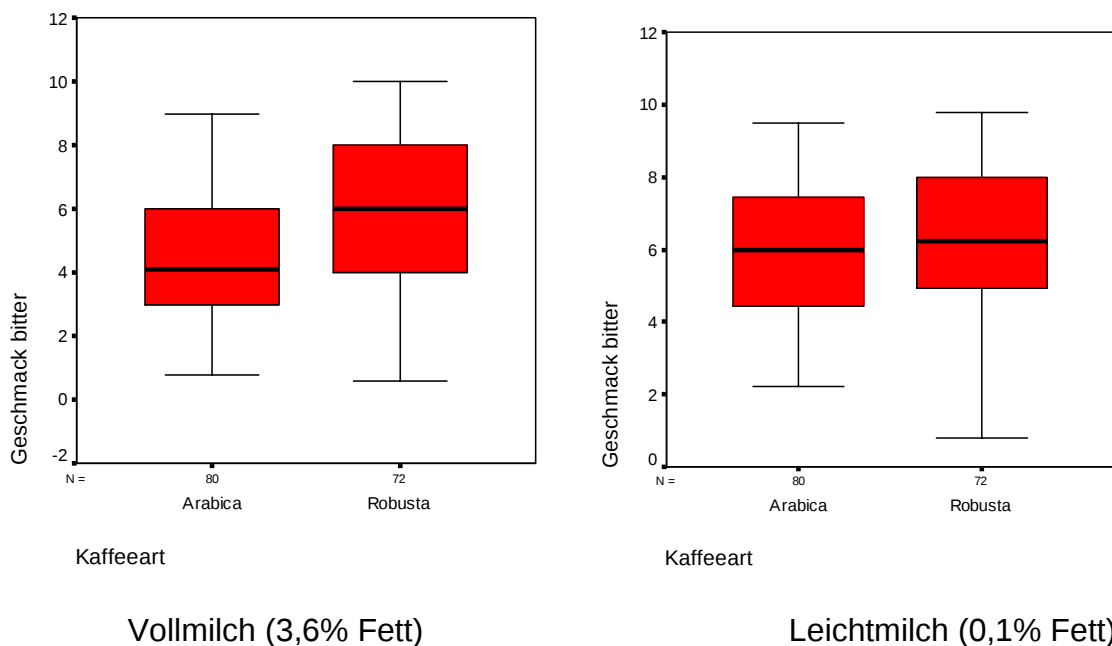


Abb. 25: links: Boxplot von Arabica und Robusta mit Vollmilch (3,6% Fett) – deutliche Unterschiede der Mediane sichtbar.

rechts: Boxplot von Arabica und Robusta mit Leichtmilch (0,1% Fett) – Mediane sind beinahe auf gleicher Höhe.

Darüber hinaus war bei Kaffee der mit 0,1% fetter Milch versetzt wurde, auch der süße Geschmack signifikant intensiver beim Arabica als bei der Robustaprobe. Bei den Proben mit Vollmilch konnte keine Differenz im süßen Geschmack zwischen Arabica und Robusta festgestellt werden.

Da der Zuckergehalt in beiden Milchtypen gleich war, spricht dieses Ergebnis wahrscheinlich für die bessere Gesamtharmonie des Arabica, wie sie Illy und

Viani [1995] in ihrem Buch definiert haben. Sie haben einen guten Kaffee beschrieben, als ausgewogenes Verhältnis aus bitterem Geschmack mit einer dezenten Süße.

Verbunden mit dem bitteren Geschmack, sind auch der bittere Nachgeschmack und die Adstringenz bei den Proben mit Leichtmilch nicht signifikant zu unterscheiden zwischen Arabica und Robusta.

Außerdem vom Fettgehalt der Milch beeinflusst war der Körper des Kaffees. Bei den Proben mit Vollmilch konnte keine Differenz in der Beurteilung des Körpers zwischen den beiden Kaffeespezies beobachtet werden.

Die Arabicaproben mit Leichtmilch wiesen einen signifikant vollmundigeren Körper auf, als die Robustaproben mit Leichtmilch. In der Regel ist es aber genau umgekehrt, da der Körper mit dem Koffeingehalt assoziiert ist und dieser ist beim Robusta meist deutlich höher [Diez et al. 2004].

Milchmenge

Ergebnis der vorliegenden Arbeit war außerdem, dass die Milchmenge eine entscheidende Rolle in der Ausprägung der Arabica- beziehungsweise Robusta typischen Attribute spielte. Mit zunehmender Milchzugabe konnten die Unterschiede zwischen Robusta und Arabica immer weniger wahrgenommen werden. Vor allem für die Proben, die mit Vollmilch (3,6% Fett) versetzt wurden, konnte das beobachtet werden. Bei 10 ml Milch in 100 ml Kaffee waren die Differenzen der beiden Kaffeesorten noch deutlich.

Die Arabicaprobe wies einen signifikant intensiveren allgemeinen Kaffee flavour sowie eine signifikant stärkere Bitterschokoladenote auf, als der Robusta. Der fruchtige und röstige Flavour wie auch der allgemeine Nachgeschmack wurden bei Arabica und Robusta mit 10 ml Vollmilch/100 ml Kaffee ähnlich beurteilt, sodass diese Attribute nicht mehr dem Arabica zuzuteilen waren. Daraus kann geschlossen werden, dass vor allem diese 3, mit dem Arabica assoziierten Attribute (fruchtig, röstig, allgemeiner Kaffeenachgeschmack) sehr stark von der

Milchmenge abhängig sind und schon eine Milchzugabe von 10% ausreichend ist, um die Intensität dieser Attribute stark ab zu schwächen.

Beim Robusta waren bei einer Milchzugabe von 10 ml/100 ml Kaffee der angebrannte, holzige, erdige und heuartige Flavour, sowie der bittere Nachgeschmack und die Adstringenz signifikant intensiver ausgeprägt, als beim Arabica. Während einige Arabica typischen Attribute (fruchtig, röstig, allgemeiner Nachgeschmack) bei 10 ml Vollmilch in 100 ml Arabica nicht mehr signifikant intensiver bei dieser Spezies waren, zeigten die mit dem Robusta assoziierten Attribute (angebrannt, holzig, erdig, heuartig, bitterer Nachgeschmack, Adstringenz) eine höhere Spezifität. Eine Milchzugabe von 10% reichte noch nicht aus, um deren Intensität signifikant abzusenken.

Ab 20 ml Vollmilch in 100 ml Kaffee wurde der Arabica weiter mit einem signifikant stärkeren allgemeinen und Bitterschokoladeflavour bewertet. Außerdem war die Schluckbarkeit für die Arabicaprobe leichter, als für die Robustaprobe.

Der Robusta mit 20 ml Vollmilch in 100 ml Kaffee wies einen signifikant intensiveren angebrannten und erdigen Flavour auf. Der holzige und heuartige Flavour wurde durch die Milch aber so herabgestuft, dass sich für diese Attribute keine signifikante Differenz zum Arabica ergab. Auch der bittere Nachgeschmack und die Adstringenz wurden zwischen Robusta und Arabica ähnlich beurteilt. Das heißt, dass vor allem die negativen Eigenschaften des Robustas stark von der Milchmenge abhängig waren.

Bei einem Vollmilchgehalt von 30 ml/100 ml Kaffee näherten sich die beiden Kaffeesorten sensorisch so an, dass es fast keine signifikanten Unterschiede mehr gab. Nur am allgemeinen Kaffee flavour und der Bitterschokoladenote war der Arabica noch signifikant vom Robusta zu unterscheiden, da diese beiden Attribute nach wie vor signifikant intensiver beim Arabica beurteilt wurden.

Auch bei den Proben mit Leichtmilch (0,1% Fett) blieben der allgemeine Kaffee flavour und der Flavour nach Bitterschokolade in allen 3 Milchmengen signifikant stärker beim Arabica wahrnehmbar als beim Robusta.

Im Unterschied zu den Proben mit Vollmilch, war der bittere Geschmack und Nachgeschmack in allen Milchdosierungen ähnlich intensiv ausgeprägt zwischen Arabica und Robusta, sodass sich keine Signifikanz ergab.

Der allgemeine Nachgeschmack und der röstige Flavour waren bei den Proben mit Leichtmilch im Vergleich zu den Proben, versetzt mit Vollmilch in allen Milchdosierungen signifikant stärker beim Arabica wahrnehmbar. Das heißt diese positiven Flavourattribute des Arabicas wurden vermutlich vom Fett der Milch beeinflusst. Es zeigte sich, dass die Ausprägung des röstigen Flavours nicht nur von der Milchmenge abhängig war, sondern dass auch der Milchtyp ausschlaggebend ist.

Ähnliche Tendenzen waren auch für die Attribute „holzig“ und „heuartig“ zu beobachten. Auch für diese beiden Flavoureigenschaften, wurde die Intensität durch 20 ml Vollmilch/100 ml Kaffee so herab geschwächt, dass sich kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Robusta und Arabica ergab. Da der holzige und heuartige Flavour bei den Proben, versetzt mit Leichtmilch auch in der höchsten Milchdosierung (30 ml Leichtmilch/100 ml Kaffee) beim Robusta signifikant stärker ausgeprägt waren, als beim Arabica, liegt die Vermutung nahe, dass der Milchtyp eine entscheidende Rolle spielt. Der erdige Flavour war dagegen nur bei 10 ml Milch in 100 ml Kaffee signifikant intensiver beim Robusta als beim Arabica. Bei höheren Milchdosierungen konnte kein signifikanter Unterschied mehr beobachtet werden.

Die unterschiedliche Ausprägung sortenspezifischer Flavourattribute wurde mit Leichtmilch nicht so stark gesenkt, wie mit der Vollmilch.

Insgesamt lässt sich sagen, dass einige Flavourkomponenten wie der heuartige, holzige Flavour beim Robusta und der Bitterschokolade- und allgemeine Kaffee flavour und Nachgeschmack beim Arabica, so stark

sortenabhängig sind, dass Arabica und Robusta Kaffee sogar bei der Zugabe von 30 ml Milch/100 ml Kaffee signifikant unterscheidbar bleiben.

Andererseits konnte die Leichtmilch den bitteren Geschmack und Nachgeschmack des Arabicas nicht abschwächen, sodass die mittlere Beurteilung von Arabica und Robusta in diesen Attributen nicht signifikant differenzierte.

Das hervorstechende Ergebnis der vorliegenden Arbeit war, dass das MilCHFett, den bitteren Geschmack des Arabicas wahrscheinlich maskieren kann. Diese Theorie bietet einen Anhaltspunkt für künftige Forschungen. Möglicherweise bräuchte man für Robustakaffee Kaffeeobers (10 – 15% Fett) oder Schlagobers (36% Fett), Produkte mit höherem Fettgehalt als Milch, um eine signifikante Maskierung des bitteren Geschmacks zu erzielen.

VII. Zusammenfassung

Herauszufinden inwieweit die Milchzugabe den Kaffee Flavour verändern kann und ob das MilCHFett bei der Wahrnehmung der Intensität der Attribute eine Rolle spielt, war das Ziel der vorliegenden Untersuchung.

Es wurden eine Arabicasorte (Santos) und eine Robustasorte (Uganda) jeweils mit 10 ml, 20 ml und 30 ml Vollmilch (3,6% Fett) beziehungsweise Leichtmilch (0,1% Fett) pro 100 ml Kaffee versetzt und miteinander verglichen. Als Kaffeezubereitungsart wurde die Papierfiltermethode verwendet.

Mittels QDA (Quantitative Deskriptive Analyse) wurden Flavour-, Geschmacks-, Mundgefühl- und Nachgeschmacksattribute beurteilt und Produktprofile erstellt.

Anhand einer PCA (Principle Compound Analysis) konnten die charakteristischen Attribute für beide Kaffeespezies ermittelt werden.

So wurden der allgemeine Kaffee flavour, der röstige, fruchtige sowie Bitterschokoladeflavour und der allgemeine Kaffeenachgeschmack dem Arabica zugeteilt. Die Robustaprobe n waren geprägt durch den angebrannten, holzigen, erdigen und heuartigen Flavour, wie auch durch den bitteren Geschmack und Nachgeschmack, sowie die Adstringenz.

Die deutlich vorhandenen sensorischen Unterschiede zwischen Arabica und Robusta wurden bei einer Milchzugabe von 30 ml Milch/100 ml Kaffee so abgeschwächt, dass bei vielen Attributen eine Differenz zwischen Arabica und Robusta nicht mehr wahrnehmbar war. Allerdings wurde diese Annäherung vor allem mit der Zugabe von Vollmilch (3,6% Fett) erzielt. Die Kaffeeprobe n mit Leichtmilch (0,1% Fett) zeigten noch deutliche Unterschiede zwischen den Spezies.

Zusammenfassend kann man aufgrund der durchgeführten sensorischen Evaluierung schließen, dass die Milchmenge, sowie auch das MilCHFett auf die Ausprägung einiger Kaffeeattribute einen Einfluss haben. Vor allem sortenspezifische Deskriptoren waren, sowohl stark von der Milchmenge, als auch vom Fettgehalt der Milch betroffen.

Somit ist es möglich das Flavourprofil des Kaffees so weit mit der Milchzugabe zu modifizieren, dass es schwierig ist Arabicakaffee von Robustakaffee zu unterscheiden.

VIII. Summary

Coffee is one of the most popular hot beverages in the world and is often consumed with milk.

Aim of this study was to evaluate whether milk addition- in consideration of milk amount and milk fat- can modify coffee attributes.

Two coffee species, one Arabica (Santos) and one Robusta (Uganda), prepared as filter coffee, were evaluated using Quantitative Descriptive Analysis (QDA).

The coffee samples were investigated without milk, as well as with 10 ml, 20 ml and 30 ml full cream milk (3,6% fat) or skimmed milk (0,1% fat) per 100 ml coffee. Principle Compound Analysis (PCA) was used to characterize both types of coffee.

The overall coffee flavour, the roasty, fruity and dark chocolate flavour as well as the coffee aftertaste were typical for the Arabica coffee. In contrast to this, the Robusta coffee was characterized by a burnt, woody, earthy, musty and hay-like flavour and the bitter taste and aftertaste as well as by a strong astringency.

The remarkable differences in sensory descriptors between Arabica and Robusta were diminished by addition of 30 ml milk per 100 ml coffee. At this amount of milk the intensity of the most attributes did not differ between the both coffee species. This sensory convergence was achieved with the addition of full cream milk (3,6% fat). The coffee samples mixed with skimmed milk (0,1% fat) showed still significant differences between Arabica and Robusta.

Based on the results of the present study it can be concluded that the addition of milk influences the intensity of some of the coffee attributes. Especially attributes which are specific for Arabica and Robusta coffee proved to be strongly depended on both, the amount of milk and the milk fat.

This observation suggests that milk addition could modify coffee's flavour profile in such a way that Arabica and Robusta are not distinguishable from each other.

IX. Literaturverzeichnis:

1. Ames J.M., Caemmerer B., Velisek J., Cejpek K., Obretenov C., Cioroi M.: The nature of melanoidins and their investigation. In Ames J.M. Melanoidins in food and health. Cost action 1999; 919 (vol 1): 13-29 Luxembourg: European Communities.
2. Andrade P.B., Leitao r., Seabra R.M., Oliveira M.B., Ferreira M.A.: 3,4-Dimethoxycinnamic acid levels as a tool for differentiation of *Coffea Canephora* var. *robusta* and *Coffea Arabica*. Food Chemistry 1998; 61: 511-514
3. Andriot I., Le Quéré J.-L., Guichard E.: Interactions between coffee melanoidins and flavour compounds: impact of freeze-drying (method and time) and roasting degree of coffee on melanoidins retention capacity. Food Chemistry 2004; 85: 289-294
4. Anese M., Nicoli M.C. Journal of Agricultural Food Chemistry 2003; 51: 942-946 In: Crämmer B., Kroh L.W.: Antioxidant activity of coffee brews European Food Research Technology 2006; 223: 469-474
5. Auvray M., Spence C.: The multisensory perception of flavour Consciousness and Cognition 2008; 17: 1016-1031
6. Baltes W.: Lebensmittelchemie Springer-Verlag 2000 Berlin; S.376, 390
7. Bhumiratana N., Adhikari K., Chambers E.: Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. LWT- Food Science and Technology 2011; 44(10): 2185-2192
8. Bicchi C.P., Panero O.M., Pellegrino G.M., Vanni A.C.: Characterization of roasted coffee and coffee beverages by solid phase microextraction – Gas Chromatography and Principal Component Analysis. Journal of Agricultural Food Chemistry 1997; 45: 4680–4686
9. Campa C., Doubeau S., Dussert S., Hamon S., Noirot M.: Qualitative relationship between caffeine and chlorogenic acid contents among wild *Coffea* species. Food Chemistry 2005; 93: 135-139

10. Clifford M.N. (1985) Chlorogenic acids. In Farah A., Monteiro M.C., Calado V., Franca A.S., Trugo L.C.: Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry* 2006; 98: 373-380
11. Crämmer B., Kroh L.W.: Antioxidant activity of coffee brews. *European Food Research Technology* 2006; 223: 469-474
12. Cristovam E., Russell C., Paterson A., Reid E.: Gender preference in hedonic ratings for espresso and espresso-milk coffees. *Food Quality and Preference* 2000; 11: 437-444
13. Czerny M., Grosch W.: Potent odorants of raw arabica coffee. Their changes during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2000; 48: 868-872
De Maria C.A.B., Trugo L.C., Aquino Neto F.R., Moreira R.F.A., Alviano C.S.: Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. *Food Chemistry* 1996; 55: 203-207
14. Denker M., Parat-Wilhelms M., Drichelt G., Paucke J., Luger A. Borchering K., Hoffmann W., Steinhart H.: Investigation of the retronasal flavour release during the consumption of coffee with additions of milk constituents by Oral Breath Sampling. *Food Chemistry* 2006; 98: 201-208
15. Derndorfer E.: *Lebensmittelsensorik* 3. Auflage, Facultas Verlags- und Buchhandels AG 2010 Wien; S.25-29, 86, 87
16. Diez I.E., Gonzalez-Saiz J.M., Pizarro C.: Prediction of sensory properties of espresso from roasted coffee samples by near-infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta* 2004; 525: 171-182
17. Dubeau S., Samson G., Tajmir-Riahi H.A.: Dual effect of milk on the antioxidant capacity of green, Darjeeling, and English breakfast teas. *Food Chemistry* 2010; 122: 539-545
18. Dupas C.J., Marsett-Baglieri A.C., Ordonaud C.S., Ducept F.M., Maillard M.N.: Coffee Antioxidant Properties: effects of milk addition and processing conditions. *Journal of Food Science* 2006; 71: 253-258
19. Ebermann R., Elmadfa I.: *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung* Springer Verlag Wien New York 2008; S. 474-479

20. Edelbauer L.J.: Kaffee – alles über ein Genußmittel, das die Welt veränderte
2003 Druckerei Theiss GmbH, St. Stefan; S.30, 33-35, 46-47, 51, 90-96
21. Falbe J., Regitz M.: RÖMPP Lexikon – Chemie 10. Auflage A-CI Thieme
Verlag, Stuttgart 1996; S. 437
22. Falbe J., Regitz M.: RÖMPP Lexikon – Chemie 10. Auflage M-Pk Thieme
Verlag, Stuttgart 1998; S. 2577
23. Falbe J., Regitz M.: RÖMPP Lexikon – Chemie 10. Auflage PI-S Thieme
Verlag, Stuttgart 1999; S. 3647
24. Farah A., De Paulis T., Trugo L.C., Martin P.R.: Effect of Roasting on the
Formation of Chlorogenic Acid Lactones in coffee. *Journal of Agriculture and
Food Chemistry* 2005; 53: 1505-1513
25. Farah A., Donangelo C. M.: Phenolic compounds in coffee. *Brazilian Journal
of Plant Physiology* 2006; 18 (1): 23-36
26. Farah A., Monteiro M.C., Calado V., Franca A.S., Trugo L.C.: Correlation
between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food
Chemistry* 2006; 98: 373-380
27. Ferruzzi M.G.: The influence of beverage composition on delivery of
phenolic compounds from coffee and tea. *Physiology & Behavior* 2010; 100:
33-41
28. Frega N., Bocci F., Lercker G.: Determinazione del caffè robusta nelle
miscele commerciali con l'arabica. *Industria alimentare* 1995; 34: 705-708
29. Fujioka K., Shibamoto T.: Chlorogenic acid and caffeine contents in various
commercial brewed coffees. *Food Chemistry* 2008; 106: 217-221
30. Gonzalez A.G., Pablos f., Martin M.J., Leon-Comacho M., Valdenegro M.S.:
HPLC analysis of tocopherols and triglycerides in coffee and their use as
authentication parameters. *Food Chemistry* 2001; 73: 93-101
31. Grace S.C., Logan B.A. Adams W.W.: Seasonal differences in foliar content
of chlorogenic acid, a phenylpropanoid antioxidant. *Plant, Cell &
Environment* 1998; 21: 513-521
32. Grosch W.: Evaluation of the key odourants of foods by dilution experiments,
aroma models and omission. *Chemical Senses* 2001; 26: 533-545

33. Hayakawa F., Kazami Y., Wakayama H., Oboshi R., Tanaka H., Maeda G., Hoshino C., Iwawaki H., Miyabayashi T.: Sensory lexicon of brewed coffee for japanese consumers, untrained coffee professionals and trained coffee tasters. *Journal of Sensory Studies* 2010; 25 (6): 917-939
34. Henrion R., Henrion G.: *Multivariate Datenanalyse – Methodik und Anwendung in der Chemie und verwandten Gebieten*; Springer Verlag, Berlin 1995: S. 10
35. Illy A., Viani R.: *Espresso Coffee- the chemistry of quality*. Academic Press, London 1995
36. Illy A., Viani R.: *Espresso Coffee- The science of Quality*. Elsevier Verlag, London 2005; S. 25, 52
37. Jacob H.E.: *Kaffee- Die Biographie eines weltwirtschaftlichen Stoffes* Oekom Verlag, München 2006; S. 34, 39, 46
38. Keast R.S.J.: Modifikation of the bitterness of caffeine. *Food Quality and Preference* 2008; 19: 465-472
39. Koriyama T., Wongso S., Wananabe K., Abe H.: Fatty acid compositions of oil species affect the 5 basic taste perceptions. *Journal of Food Science* 2002; 67: 868-873
40. Kurzrock R., Speer K.: Diterpenes and diterpene esters in coffee. *Food Review International* 2001; 17: 433-450
41. Maeztu L., Sanz C., Andueza S., Paz De Pena M., Bello J., Cid C.: Characterization of Espresso Coffee Aroma by Static Headspace GC-MS and Sensory Flavor Profile. *Food Chemistry* 2001; 49: 5437- 5444
42. Malta M.R., Nogueira F.D., Guimaraes P.T.G.: Composicao Quimica, Producao e Qualidade Do Cafe Fertilizado com Diferentes Fontes e Doses de Nitrogenio. *Ciencia e Agrotecnologia Lavras* 2003; 27: 1246-1252
43. Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L.: Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition* 2004; 79: 727-747
44. Munoz A.M., Civille G.V., Carr B.T.: *Sensory Evaluation in Quality Control* Van Nostrand Reinhold, New York 1992

45. Narain C., Paterson A., Reid E.: Free choice and conventional profiling of commercial black filter coffees to explore consumer perceptions of character. *Food Quality and Preference* 2003; 15: 31-41
46. Nebesny E., Budryn G.: Evaluation of sensory attributes of coffee brews from robusta coffee roasted under different conditions. *European Food Research Technology* 2006; 224: 159-165
47. Oliveira S.D., Franca A.S., M. Beatriz A. Gloria, M. Lucia A. Borges: The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. *Food Chemistry* 2005; 90: 287-291
48. Parras P., Martínez-Tomé M., Jiménez A.M., Murcia M.A.: Antioxidant capacity of coffees of several origins brewed following three different procedures. *Food Chemistry* 2007; 102: 582-592
49. Pellegrini N., Serafini M., Colombi B, Del Rio D., Salvatore S., Bianchi M., Brighenti F.: Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition* 2003; 133: 2812-2819
50. Quinlan P.R., Lane J., Moore K.L., Aspen J., Rycroft J.A., O'Brien D.: The acute physiological and mood effects of tea and coffee: The role of caffeine Level. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 2000; 66: 19-28
51. Richelle M., Tavazzi I., Offord E.: Comparison of the antioxidant activity of commonly consumed polyphenolic beverages (Coffee, Cocoa and Tea) prepared per cup serving. *Food Chemistry* 2001; 49: 3438-3442
52. Risso E. M., Péres G.R. Amaya-Farfan J.: Determination of phenolic acids in coffee by micellar electrokinetic chromatography. *Food Chemistry* 2007; 105: 1578-1582
53. Sánchez G.I., Escrig A.J., Calixto F.S.: In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chemistry* 2005; 90: 133-139
54. Scalbert A., Manach C., Morand C., Remesy C., Jimenez L.: "Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. *Food Science and Nutrition* 2005; 45: 287-306

55. Schendera C.F.G.: Datenmanagement und Datenanalyse mit dem SAS-System – Vom Einsteiger zum Profi, Oldenbourg Verlag München 2004: S. 677, 678
56. Semmelroch P., Grosch W.: Analysis of roasted coffee powders and brews by Gas-Chromatography-Olfactometry of Headspace samples. Lebensmittelwissenschaft und Technologie 1995; 28: 310-313
57. Seo H.-S., Lee S.-Y., Hwang I.: Development of sensory attribute pool of brewed coffee. Journal of Sensory Studies 2008; 24: 111-132
58. Sharma V., Kumar V.H., Rao M.J.L.: Influence of milk and sugar on antioxidant potential of black tea. Food Research International 2008; 41: 124-129
59. Speer K., Tewis R., Montag A.: 16-O-Methylcafestol- ein neues Diterpen im Kaffee- Freies und gebundenes 16-O-Methylcafestol. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – forschung 1991; 92: 451-454
60. Stone, H., Sidel, J.L. Olivers S., Woosley, A., Singleton, R.C: Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. Food Technology 1974; 28: 24-33
61. Summa C.A., de la Calle B., Brohee M., Stadler R.H., Anklam E.: Impact of the roasting degree of coffee on the in vitro radical scavenging capacity and content of acrylamide. Society of Food Science and Technology 2007; 40 (10): 1849-1854
62. Töpel A.: Chemie und Physik der Milch-Naturstoff- Rohstoff- Lebensmittel B. Behrs Verlag GmbH, Hamburg 2004; S.477
63. Yuksel Z., Avci E., Erdem Y.K.: Characterization of binding interactions between green tea flavonoids and milk proteins. Food Chemistry 2010; 121: 450-456
64. Variyar P.S., Ahmad R., Bhat R., Niyas Z., Sharma A.: Flavouring Components of Raw Monsooned Arabica Coffee and their changes during radiation processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2003; 51 (27): 7946-7950
65. Wechselberger J., Hierl T.: Das Kaffeebuch – für Anfänger, Profis und Freaks Braunmüller GmbH, Wien 2009: S.14-26

66. Woda M.: Untersuchungen von Espresso und Filterkaffee im Bezug auf die totale antioxidative Kapazität und die sensorischen Eigenschaften mit und ohne Milchzugabe. Diplomarbeit 2009; Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Wien

Internet:

1. http://www.ico.org/vocab.asp?section=About_Coffee (Zugriff: 11.6.2012)

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Titel: Bakk.rer.nat.
Geboren am: 8. Oktober 1987 in Wien
Staatsbürgerschaft: Österreich
Familienstand: ledig
Vater: Robert Horvath, kaufmänn. Angestellter, AGES
Mutter: Susanne Arnter, Volksschullehrerin, Wien
Geschwister: Bernhard Horvath, Isabella Horvath

Ausbildung:

Von 1994 bis 1998 Volksschule , Schönngasse 2, 1020 Wien
Von 1998 bis 2006 BG und BRG,
Bernoullistraße 3, 1220 Wien
Sept. 2006- Juni 2010 Bachelorstudium der Ernährungswissenschaft, Uni Wien
Seit Oktober 2010 Masterstudium der Ernährungswissenschaft, Uni Wien

Zusatzausbildungen:

14.02. – 17.02. 2011 Ausbildung zur Kaffeeexpertin, Institut für Kaffeeexperten
21.02. – 25.02. 2011 Ausbildung zum Kaffee- Sommelière, Institut für Kaffeeexperten
14.11. – 18.11. 2011 Ausbildung zur Chef- Sommelière für Kaffee, Institut für Kaffeeexperten

Praktika/Jobs:

August 2009: Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Wien

August 2011 – Dezember 2011: OMG Shoes 20 Stunden, Nebenjob

Wintersemester 2011/2012: Universität Wien – Tutorium am Institut für Ernährungswissenschaften (Sensorische Analyse von Lebensmittel)

Mitarbeit bei Projekten, die am Institut für Ernährungswissenschaften durchgeführt wurden (Rupp, Nestlé)

Kenntnisse und Fähigkeiten

Fremdsprachen:	Englisch, Grundkenntnisse: Französisch, Italienisch
EDV:	erweiterte Grundkenntnisse in Microsoft Word, Powerpoint, Excel SPSS Statistics
Sonstige:	Zehnfingersystem