universität wien

MASTERARBEIT/ MASTER´S THESIS

Titel der Masterarbeit/ Title oft he Master´s Thesis

„Analyse der ausgewählten sensorischen Eigenschaften und verzehrassoziierten Emotionen von Kaffee mit und ohne Zuckerzugabe mittels der dynamischen Methoden TDS (Temporal Dominance of Sensations) und TDE (Temporal Dominance of Emotions).“

verfasst von/ submited by

Dominika Kupka, BSc

angestrebter akademischer Grad/ in partial fulfilment of the requierements for the degree of

Master of Science (MSc)

Wien, 2019/ Vienna 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:	A 066 838
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears onthe student record sheet:	Masterstudium Ernährungswissenschaften
Betreut von / Supervisor:	Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während des Studiums und bei der Erstellung meiner Masterarbeit unterstützt haben.

In erster Linie bedanke ich mich bei meiner Betreuerin Frau Ao. Univ.- Prof. Dr. Dorota Majchrzak, die mir mit Ihrem Fachwissen jederzeit zur Hilfe stand und mich immer aufs Neue motivierte. Außerdem möchte ich mich bei Ihr für die Möglichkeit bedanken, mit ihr im Rahmen von Übungen und Projekten zusammen zu arbeiten.

Ein großer Dank geht an meine Familie, dank der es für mich überhaupt möglich war nach Wien zu kommen und die mich während des gesamten Studiums unterstützt hat. Danke, an meinen Ehemann Sebastian, der mir den Rücken freigehalten hat und so viel Geduld mit mir hatte.

Ich bedanke mich auch bei allen Panelisten, die die Zeit gefunden haben an meiner Studie teilzunehmen und so diese Arbeit überhaupt ermöglicht haben.

Und zuletzt möchte ich mich auch bei meinen Freunden bedanken, die mich während der gesamten Zeit motiviert haben und sich mit mir auch über die kleinsten Erfolge freuten. Ein großer Dank geht an meine Studienkollegin Daniela, für die Zusammenarbeit bei unseren Masterarbeiten und für ihre Hilfe und Unterstützung.

Danke!

An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dass in der von mir verfassten Arbeit stets männliche Formulierungen verwendet werden. Auf eine gendergerechte Schreibweise wurde bewusst verzichtet, um eine bessere Lesbarkeit und Verständlichkeit zu gewährleisten. Die vorliegende Schreibweise soll somit als eine geschlechtsunabhängige Formulierung angesehen werden.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Einleitung und Fragestellung 1

1. Literaturübersicht 3
1.1. Der Kaffee 3
1.1.1. Die Kaffeepflanze 3
1.1.1.1. Taxonomie 3
1.1.1.2. Botanische Merkmale der Kaffeepflanze 3
1.1.1.3. Standortansprüche: Kaffeepflanze, Primadonna unter den Pflanzen 5
1.1.1.3.1. Kaffee und Klimawandel 9
1.1.2. Verarbeitung von Kaffee 10
1.1.2.1. Ernte 10
1.1.2.2. Aufbereitung der Kaffeekirschen 11
1.1.2.3. Das Rösten 12
1.1.2.3.1. Rösten allgemein 12
1.1.2.3.2. Verschiedene Röstverfahren 13
1.1.3. Inhaltstoffe des Kaffees 14
1.1.3.1. Nichtflüchtige Inhaltstoffe 15
1.1.3.2. Flüchtige Inhaltstoffe 17
1.1.4. Kaffee und Gesundheit 18
1.1.4.1. Kardiovaskuläre Erkrankungen: 18
1.1.4.2. Lebererkrankungen: 19
1.1.4.3. Krebs: 20
1.1.4.4. Diabetes: 20
1.2. Sensorik 22
1.2.1. Sensorische Eigenschaften von Kaffee 22
1.2.2. Sensorische Analyse 23
1.2.3. Temporal Dominance of Sensations 24
1.2.3.1. Vergleich Temporal Dominance of Sensations und Zeit- Intensitätstest 24
1.2.3.2. Konzept der Dominanz 24
1.2.3.3. Durchführung 25
1.2.3.4. Attribute 27
1.2.3.5. Das sensorische Panel und Anzahl der Testläufe 27
1.2.3.6. Datenerfassung und Auswertung 28
1.3. Emotionen 30
1.3.1. Emotionen und Lebensmittel 30
1.3.2. Das Bewerten und Messen von Emotionen 33
1.3.3. Temporal Dominance of Emotions 36

2. Material und Methoden 41
2.1. Material 41
2.2. Methoden 42

2.2.1. Auswahl der Methoden ... 42
2.2.2. Auswahl der sensorischen Attribute ... 42
2.2.3. Auswahl der Emotionen ... 43
2.2.4. Feststellen der geeigneten Zuckermenge ... 44
2.2.5. Zusammenstellung und Schulung des deskriptiven Panels ... 45
2.2.6. Durchführung und experimentelles Design ... 46
2.2.7. Auswertung ... 48

3. Ergebnisse ... 52
3.1. TDS ... 52
4.2. TDE ... 56
4.3. Differenzkurven ... 60
4.3.1. TDS ... 60
4.3.2. TDE ... 64
4.4. Ergebnisse der statistischen Auswertung ... 67
4.5. Ergebnisse der Fragebogenerhebung ... 70

Diskussion ... 73
Diskussion der Ergebnisse ... 73
Limitationen und Ansätze für weitere Forschung ... 76

Schlussbetrachtung ... 79

Zusammenfassung ... 80

Summary ... 82

Quellenverzeichnis ... 84

Anhang ... 94
1. CATA- Fragebogen für die Auswahl von kaffeeassoziierten Emotionen ... 94
2. ”Just about right”- Skala für die Zuckermengenbestimmung ... 95
3. Attributenliste (sensorische Eigenschaften) ... 96
4. Attributenliste (Emotionen) ... 97
5. Fragebogen ... 98
6. Rohdatentabelle Dominanzraten TDS ... 102
7. Rohdatentabelle Dominanzraten TDE ... 104
8. Ergebnisse Post Hock Tukey ... 106

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Faktoren, die die Flavour- Entwicklung in Kaffee beeinflussen [Sunarharum et al., 2014]. 22
Abbildung 2: Daten- Verarbeitung zur Erstellung der TDS- Kurven [Pineau et al., 2009]. 29
Abbildung 3: Parameter, die von einer TDS- Kurve abgelesen werden können [Schlich & Pineau 2017]. 30
Abbildung 4: TDS und TDE- Kurven einer Schokoladenprobe [Jager, 2014]. 38
Abbildung 5: Schematische Darstellung des Evaluierungsprotokols [Merlo et al., 2019]. 39
Abbildung 6: Beurteilung der Emotionen während einer Videowerbung [Peltier et al., 2019]. 40
Abbildung 7: Elektrische Kaffeemühle (eigene Abbildung) 41
Abbildung 8: Filterkaffeemaschinen (eigene Abbildung) 41
Abbildung 9: Kabine in dem Sensoriklabor des Instituts für Ernährungswissenschaften (eigene Abbildung) 46
Abbildung 10: Darreichung der Kaffeeproben (eigene Abbildung). 47
Abbildung 11: Anleitung für die Durchführung von TDS am Computer. 48
Abbildung 12: Ein Beispiel für die Bewertung einer Probe am Computer mittels des Computerprogramms FIZZ. 48
Abbildung 13: Ein Beispiel für eine nicht geglättete TDS- Kurve (Probe: Arabica Kaffee ohne Zucker). 49
Abbildung 14: Ein Beispiel für eine geglättete TDS- Kurve (Probe Arabica Kaffee ohne Zucker). 49
Abbildung 15: Beispiel der Differenzkurven eines Probenpaars. 51
Abbildung 16: TDS- Kurven Arabica- Kaffee ohne Zucker. 53
Abbildung 17: TDS-Kurven Arabica- Kaffee mit Zucker. 54
Abbildung 18: TDS- Kurven Robusta- Kaffee ohne Zucker. 55
Abbildung 19: TDS- Kurven Robusta- Kaffee mit Zucker. 56
Abbildung 20: TDE- Kurven Arabica- Kaffee ohne Zucker. 57
Abbildung 21: TDE- Kurven Arabica- Kaffee mit Zucker. 58
Abbildung 22: TDE- Kurven Robusta- Kaffee ohne Zucker. 59
Abbildung 23: TDE- Kurven Robusta- Kaffee mit Zucker. 60
Abbildung 24: TDS- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Arabica- Kaffee mit Zucker 61
Abbildung 25: TDS- Differenzkurven der Proben Robusta- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker 62
Abbildung 26: TDS- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee ohne Zucker 63
Abbildung 27: TDS- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee mit Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker 64
Abbildung 28:TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Arabica- Kaffee mit Zucker 65
Abbildung 29: TDE- Differenzkurven der Proben Robusta- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker 66
Abbildung 30: TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee ohne Zucker 66
Abbildung 31: TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee mit Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker 67
Abbildung 32: Häufigkeit des Kaffeekonsums (%) der Teilnehmer. 70
Abbildung 33: Bevorzugte Zubereitungsarten der Teilnehmer. 71
Abbildung 34: Zuckerzugabe zum Kaffee. 71
Abbildung 35: Milchzugabe zum Kaffee. 71
Abbildung 36: Zeitpunkt des Kaffeekonsums 72
Abbildung 37: Hauptgrund für den Konsum. 72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorschlag für die Anzahl der erforderlichen Panelisten in Abhängigkeit von der Anzahl der Wiederholungen. Modifiziert nach [Pineau & Schlich, 2015]..... 28
Tabelle 2: Übersicht von produktspezifischen Emotionen bzw. emotionalen Adjektiven (eigene Tabelle). 33
Tabelle 3: Auswahl von verschiedenen Emotionen und emotionsbezogenen Begriffen, die eine Anwendung in Fragebögen bzw. in den Emotionslexika finden. Modifiziert nach [Jaeger et al., 2013]. 35
Tabelle 4: Zahlencodierung der Kaffeeproben bei TDS und TDE (eigene Tabelle). 42
Tabelle 5: Übersicht der ausgewählten sensorischen Attribute und deren Definitionen [Bhumiratana et al.,2011; Chambers et al., 2016; Seo et al., 2009; Majchrzak & Schlinter- Maltan, 2018]..... 43
Tabelle 6: Übersicht der ausgewählten Emotionen und deren Definitionen [Bhumiratana et al., 2014; King und Meiselman, 2010; Labbe et al., 2015]..... 44
Tabelle 7: Ergebnisse der beiden Pre- Tests zur Bestimmung der Zuckermenge (eigene Tabelle). 45
Tabelle 8: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA für die Dominanzdauer der sensorischen und emotionalen Attribute. 68
Tabelle 9: Ergebnisse Post- Hock (Tukey) sensorische Attribute. 69
Tabelle 10: Ergebnisse Post- Hock (Tukey) Emotionen. 69

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ANOVA	analysis of variance
BMI	body mass index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CATA	check all that apply
d.h.	das heißt
Diff.	Differenz
DM 2	Diabetes mellitus Typ 2
DR	Dominanzrate
g	Gramm
h	Stunde
HD- TDS	hold down TDS
HTLT (roasting)	high temperatures and long times (roasting)
kg	Kilogramm
m	Meter
max.	maximal
mg	Milligramm
mm	Millimeter
MAACL	Multiple Affect Adjective Check List
POMS	Profile of Mood States
PrEMO	Product Emotion Measuring
Sek.	Sekunde
Tab.	Tabelle
TDE	Temporal Dominance of Emotions
TDS	Temporal Dominance of Sensations
TI	Time Intensity
z.B.	zum Beispiel

Einleitung und Fragestellung

In den letzten 50 Jahren ist die Produktion und der Konsum von Kaffee deutlich gestiegen. Der Kaffeeanbau und Kaffeeexport sind die Haupteinkommensquellen in vielen Entwicklungsländern. Im Jahr 2012 wurden 7 Millionen Tonnen im Wert von 24 Milliarden US Dollar exportiert [FAO, 2015]. Kaffee ist eines der beliebtesten Getränke weltweit. Die Ergebnisse einer Marktforschung im Jahr 2018 haben bestätigt, dass Österreich keine Ausnahme ist. 92% der Österreicher trinken zumindest gelegentlich Kaffee. Zur Auswahl stehen verschiedene Zubereitungsarten und Spezialitäten. Viele bevorzugen ihren Kaffee stark und schwarz. Etwa 5% der Österreicher fügen lediglich Zucker hinzu und 31% bevorzugen die Kombination mit Milch und Zucker [Spectra Marktforschung, 2018].

Der positive Einfluss von Kaffee auf die menschliche Gesundheit wurde bereits in zahlreichen (überwiegend epidemiologischen) Studien gezeigt [Bamia et al., 2015; O´Keefe et al., 2013; Zhang et al., 2011]. Nichtsdestotrotz sind, neben der stimulierenden Wirkung, der besondere Geschmack und das wohltuende Aroma die Hauptgründe für den Konsum. In zahlreichen Projekten wurden die sensorischen Eigenschaften von Kaffee untersucht [Bhumiratana et al., 2011; Sanchez & Chambers, 2015; Sunarharum et al., 2014], unter anderem die Auswirkung der Zugabe von verschiedenen Süßmittel [Dinella et al., 2013].

Lebensmittel werden nicht nur für den Zweck der Hungersättigung konsumiert. Der Konsum mancher Produkte wird oft als gastronomischer Genuss oder als ein gesellschaftliches Ereignis betrachtet und ist somit emotional behaftet. Zwischen dem Konsum und Emotionen besteht eine Beziehung [Canetti et al., 2002; Köster & Mojet, 2015].

Daher wird versucht in der vorliegenden Arbeit die Frage zu beantworten, wie sich die Zuckerzugabe zu Arabica- und Robusta- Kaffeeproben auf die sensorischen Eigenschaften und die verzehrassoziierten Emotionen auswirkt. Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen den sensorischen Attributen und Emotionen untersucht. Da die sensorische Wahrnehmung eines Lebensmittels sowie die Emotionen dynamische

Prozesse sind, werden Methoden angewendet, die die Erfassung der Veränderungen im Zeitverlauf erlauben. Es handelt sich dabei um die Temporal Dominance of Sensations (TDS) von Pineau et al. [2009] und die von Jager et al. [2014] angepasste Methode Temporal Dominance of Emotions (TDE).

1. Literaturübersicht

1.1. Der Kaffee

Als Heimatsland des Kaffees wird die Provinz Kaffa im heutigen Äthiopien angenommen. Von dort aus gelang er in die arabische Welt und wurde Ende des 16. bzw. Anfang des 17. Jahrhunderts nach Europa gebracht [Edelbauer, 2014]. Heutzutage ist Kaffee eines der beliebtesten Getränke weltweit und wird in Form von verschiedensten Kaffeespezialitäten genossen. Der dunkle aromatische Aufguss ist ein Produkt von aufbereiteten, gerösteten und gemahlenen Kaffeekirschen. Es ist ein empfindliches, sensorisch komplexes Genussmittel- ein Resultat einer anspruchsvollen Pflanze. Das Zubereiten einer guten Tasse Kaffee beginnt somit bereits auf den Kaffeeplantagen. Das Wissen über die Pflanze, den Anbau und die Verarbeitung ist essenziel für die Herstellung eines qualitativ hochwertigen Kaffees.

1.1.1. Die Kaffeepflanze

1.1.1.1. Taxonomie

Die Kaffeepflanze lässt sich taxonomisch der Familie der *Rubiaceae*, auch Rötegewächse genannt, anordnen. Die Gattung *Coffea* umfasst mehr als 60 Arten. Zu den kultivierten Arten gehören *Coffea arabica* (Bergkaffee oder auch Arabica- Kaffee), *Coffea canephora* (Robustakaffee) und *Coffea liberica* (Liberica-Kaffee). 99% der weltweiten Kaffeeproduktion werden durch die Arten Arabica und Robusta gedeckt. Andere Arten wie z.B. *C. bengalensis*, *C. congensis und C. eugenoides* finden Anwendung überwiegend in der stetigen Qualitätsverbesserung der kultivierten Arten Arabica und Robusta. Mittels Züchtung wird eine verbesserte Resistenz gegenüber abiotischen (z.B. Trockenheit) und biotischen (verschiedene Krankheitserreger) Stressfaktoren erreicht [Lieberei & Reisdorff, 2008].

1.1.1.2. Botanische Merkmale der Kaffeepflanze

Kaffeepflanze:

Die Kaffeepflanze ist ein Baum, der bei einem freien Wachstum eine Höhe von bis zu 8 Metern erreichen kann [Schröder, 1991]. Die auf Plantagen kultivierten Bäume bzw. Sträucher werden für die Zwecke einer leichteren Ernte auf einer Höhe von etwa 1,5 bis

1,8 Metern durch regelmäßiges Schneiden gehalten, wodurch die Pflanze ihr strauchartiges Aussehen erhält [Edelbauer, 2014].

Wurzelsystem:

Die zentrale Pfahlwurzel der Kaffeepflanze reicht 1 bis 2 Meter in den Boden während die Nebenwurzeln eine Länge von bis zu 5 Metern erreichen können [Edelbauer, 2014]. Etwa 90% des Wurzelsystems befinden sich in den oberen 30 cm der Bodenschicht und verlaufen, in der Form von seitlichen Querwurzeln, parallel mit der Oberfläche. Durch ihre Lage sind sie für äußere Einflüsse wie Temperatur, Feuchtigkeit und Trockenheit empfindlich. Bei schweren, feuchten Böden kommen die Querwurzeln konzentriert in der oberen Bodenschicht vor. Bei trockenen Böden, die einer starken Sonneneinstrahlung exponiert sind, entwickelt sich das Wurzelsystem in den tieferen Schichten [Wintgens, 2004]. Während die Robusta- Art nicht tief wurzelt, entwickeln die Pflanzen der Arabica-Art ein tiefes Wurzelsystem und weisen aufgrund dessen bessere Dürreresistenz auf [Lieberei & Reisdorff, 2008; Wintgens, 2004].

Blätter:

Die immergrünen gegenständig angeordneten Blätter der Kaffeepflanze weisen eine länglich- ovale Form auf, sind ledrig glänzend und unterscheiden sich bei den verschiedenen Arten in ihrer Größe, Farbe und Festigkeit [Edelbauer, 2014; Schröder, 1991].

Blüte:

Die weißen Blüten, deren Duft an Jasmin erinnert, werden gleichzeitig nach mehrwöchigen Trockenperioden und anschließenden hohen Niederschlägen entwickelt [Edelbauer, 2014; Lieberei & Reisdorff, 2008]. Diese simultane Blütenbildung, welche während des 2. oder des 3. Jahres beginnt, wird auch als „blossom showers“ bezeichnet. Die stark von den Witterungsbedingungen abhängige Befruchtung findet vorwiegend durch den Wind statt, da die Pollen der Kaffeepflanze sehr leicht sind und somit problemlos vom Wind verbreitet werden können. Zusätzlich werden durch den süßen Geruch der Blüten zahlreiche Insekten angelockt, die die Pollen zwischen den Pflanzen übertragen können [Wintgens, 2004].

Frucht:

Zu der Entwicklung der Frucht kommt es unmittelbar nach der Befruchtung. Die Zeit zwischen der Blüte und der Fruchtreife ist von mehreren Faktoren wie z.B. Sorte, Klimabedingungen, sowie landwirtschaftlichen Praktiken auf der Plantage abhängig. Sie beträgt zwischen 6- 9 Monaten bei *C. arabica*, 9- 11 Monaten bei *C. canephora* und 12- 14 Monaten bei *C. liberica* [Wintgens, 2004]. Die roten Steinfrüchte, auch Kaffeekirschen genannt, besitzen im reifen Zustand ein fleischiges Mesokarp und enthalten normalerweise zwei Samen (Bohnen) pro Frucht [Edelbauer, 2014]. Die Samen liegen mit der flachen Seite, welche eine Furche aufweist, zueinander gewandt und sind jeweils von einer Hornschale (hornartiges Endokarp) und dem darunterliegenden Silberhäutchen (Samenschale) umgeben. Wird einer der Samen in der Kaffeekirsche nicht entwickelt, so nimmt der andere eine rundliche Form an und wird auch als Perlbohne (Perlkaffe) bezeichnet [Lieberei & Reisdorff, 2008].

1.1.1.3. Standortansprüche: Kaffeepflanze, Primadonna unter den Pflanzen

Die Kaffeepflanze stellt sehr hohe Ansprüche an ihre Umgebung. Faktoren wie Lufttemperatur, Bodenbeschaffenheit, Wind, Niederschlag und Sonneneinstrahlung sind für den Ertrag sowie die Qualität der Kaffeebohnen mitbestimmend [Schröder, 1991]. Optimale Bedingungen für den Kaffeeanbau gibt es in den tropischen Zonen, bis 28 Grad nördlich und südlich des Äquators [Lieberei & Reisdorff, 2008]. Ein Unterschied zwischen den Arten Arabica und Robusta ist zu beobachten. Der Arabica- Kaffee wird hauptsächlich zwischen dem 23. Grad nördlicher und 25. Grad südlicher Breite angebaut, in Ländern wie Brasilien, Kolumbien oder Mexiko. Der Robusta- Kaffee gedeiht am besten zwischen dem 10. Breitengrad nördlich und südlich des Äquators, das schließt Länder wie Indonesien, Elfenbeinküste oder Uganda ein [Teufl & Clauss, 1998]. Die Kaffeearten unterscheiden sich zudem auch bezüglich der bevorzugten Höhenlage. *C. arabica* ist ein ausgesprochenes Hochlandgewächs und wird hauptsächlich in tropischen Höhenlagen zwischen 600- 1200 m angebaut, währenddessen gedeiht *C. canephora* am besten in einer Höhe von 300- 600 m und *C. liberica* ist für den Anbau in Niederungen geeignet [Lieberei & Reisdorff, 2008].

Lufttemperatur:

Die Lufttemperatur und ihre Schwankungen wirken sich auf die Kaffeepflanze aus. Die Kultivierung in Plantagen ermöglicht es, diese Einflüsse abzuschwächen und der empfindliche Kaffeebaum kann gezielt vor Frost und Wind geschützt werden [Edelbauer, 2014]. Die optimale Durchschnittstemperatur für die Arabica- Sorte liegt bei 18°C in der Nacht und 22°C am Tag. Die tolerierbaren Extreme liegen zwischen 15°C – 30°C, wobei sich eine zu niedrige bzw. zu hohe Temperatur jeweils anders auf die Kaffeepflanze auswirkt. Länger anhaltende Temperaturen über 30°C führen zu verwelkten Blüten, defektem Fruchtansatz, beschleunigter Fruchtreife und begünstigen die Entstehung von Kaffeerost (*Hemileia vastatrix).* Niedrige Temperaturen führen zu einer weißen bzw. gelben Verfärbung der Blätter und begünstigen die Ausbreitung der Kaffeekirschenkrankheit (verursacht durch *Colletotrichum coffeanum*). Sinkt die Temperatur für länger als 6 Stunden unter -2°C, resultiert dies in einer nachhaltigen Schädigung oder dem Absterben der Pflanze [Descroix und Snoeck, 2004]. Die Robusta-Sorten vertragen mehr Hitze als Arabica [Edelbauer, 2014]. Die optimale durchschnittliche Jahrestemperatur liegt zwischen 22°C- 28°C. Zu Schädigungen der Pflanze kommt es bereits wenn die Temperatur unter 10°C sinkt und bei Temperaturen von 4°C- 5°C stirbt die Pflanze ab. Zu hohe Temperaturen sind für Robusta besonders dann gefährlich, wenn ein trockenes Klima herrscht [Descroix & Snoeck, 2004].

Bodenbeschaffenheit:

Wie bereits erwähnt, befinden sich 90% des Wurzelsystems der Kaffeepflanze in den oberen 30 cm der Bodenschicht. Aufgrund dessen spielen die Eigenschaften der oberen Bodenschicht eine viel wichtigere Rolle als die in der Tiefe. Für das Wachstum der zentralen Pfahlwurzel und die Gewährleistung einer ausreichenden Wasserversorgung während der Trockenperiode ist eine Bodentiefe von mindestens 2 Metern notwendig. Für den Kaffeeanbau geeignete Böden sollten eine Porosität von 50-60% und einen Mineralgehalt von 45% besitzen. Ein hoher Anteil von organischem Material ist empfehlenswert, da solche Böden fruchtbarer sind, weniger zur Erosion neigen und ein besseres Wasser- und Nährstoffrückhaltevermögen besitzen [Descroix & Snoeck, 2004]. Generell lässt sich sagen, dass für den Kaffeeanbau tiefgründige, porenreiche, gut durchlüftete, wasserdurchlässige Böden mit einem guten Rückhaltevermögen für

Bodenfeuchte geeignet sind. Bevorzugt werden Schwemmlandböden, Böden aus zersetztem kristallinem Gestein und Böden aus Ablagerungen vulkanischer Aschen [Schröder, 1991]. Ungeeignet für den Kaffeeanbau sind Böden mit permanent hoch liegendem Wasserspiegel, gelegentlich überschwemmte oder schlecht trockengelegte [Descroix & Snoeck, 2004].

Sonneneinstrahlung:

Der wilde Kaffeebaum wächst in seinen natürlichen Bedingungen unter gedämpften Licht in den niedrigeren Stufen des Waldes, daher sind alle Kaffeepflanzen von der Natur her heliophob [Wintgens, 2004]. Um die natürlichen Bedingungen nachzuahmen, hat die künstliche Abschattung mittels schattenspendenden Bäumen ursprünglich auf den Plantagen eine sehr wichtige Rolle gespielt. Heutzutage werden Kaffeeplantagen oft unter direkter Sonne angelegt. Einerseits haben mehrere Untersuchungen gezeigt, dass die Kaffeebäume über ein „Auto- Shading"- System verfügen, in dem die Blätter der Peripherie eine schattenspendende Funktion übernehmen. Andererseits sind die klimatischen Bedingungen der Region entscheidend. In stark bewölkten Gebieten ist eine zusätzliche Abschattung unnötig [Descroix & Snoeck, 2004]. Nicht zu vernachlässigen ist die Tatsache, dass Kaffeebäume ohne schattenspendende Bäume eine höhere Photosyntheserate haben, dadurch eine höhere Produktivitätskapazität aufweisen und somit mehr Nährstoffe und Pflege benötigen [Wintgens, 2004].

Mehrere Studien konnten einen Einfluss der Sonneneinstrahlung auf die Qualität des Kaffees zeigen [Avelino et al., 2005; Bosselmann et al., 2009; Muschler, 2001]. Muschler [2001] hat in seiner Studie die Qualität des Kaffees unter verschiedenen Schattenstufen untersucht. Es handelte sich um Kaffee aus Costa Rica, der bei suboptimalen Umweltbedingungen und zu hohen Temperaturen angebaut wurde. Die Ergebnisse haben eine bedeutende Verbesserung der Kaffeequalität unter einem höheren Grad der Abschattung gezeigt. Verbessert wurde das Aussehen der grünen sowie der gerösteten Bohnen, die sensorischen Attribute „Body" (Körper) und Säure [Muschler, 2001]. Eine andere, auch in Costa Rica durchgeführte Studie von Avelino et al. [2005], deutet wiederum auf die Notwendigkeit ausreichender Sonneneinstrahlung hin. Steht der Kaffeepflanze aufgrund der klimatischen Bedingungen (wie z.B. langanhaltende Regenzeit) nicht genug Sonneneinstrahlung zur Verfügung, so kann sich eine östliche

Hangausrichtung der Plantage positiv auf die Qualität auswirken. Östlich ausgerichtete Plantagen bekommen, verglichen mit den westlich ausgerichteten, mehr Sonne in den frühen Vormittagsstunden bevor es zur Wolkenbildung kommt. Sensorische Eigenschaften wie Body, Säure und Bitterkeit können somit beeinflusst werden. Bosselmann et al. [2009] haben Kaffee von zwei unterschiedlichen Höhenlagen verglichen. Es konnte eine negative Auswirkung des Schattens auf Säure, Body und Geruch in den höheren Höhenlagen gezeigt werden. Der zusätzliche Schatten wirkte sich somit bei niedrigeren Umgebungstemperaturen, die aufgrund der Höhenlage vorliegen, negativ auf die sensorischen Eigenschaften des Kaffees aus.

Wasserverfügbarkeit:

Bei dem Begriff Wasserverfügbarkeit wird zwischen dem Niederschlag und der Luftfeuchtigkeit unterschieden. Der Niederschlag ist der wichtigste restriktive Faktor des Kaffeepflanzenwachstums. Das Regenmuster sollte 2-3 Monate ohne oder nur mit wenig Regen beinhalten, da eine Trockenperiode für das Einleiten der Blüte notwendig ist [Descroix & Snoeck, 2004]. Der Bedarf an Wasser ist direkt vor der Blüte und während der Entwicklung der Früchte am höchsten [Schröder, 1991]. Nicht nur die Menge, sondern auch die Verteilung des jährlichen Niederschlags ist wichtig für die Planung des Anbaus und der Ernte. Bei einem eingipfligen Niederschlagsmuster gibt es eine große Blütenperiode. Ein zweigipfliges Niederschlagsmuster ergibt zwei Blüteperioden und somit zwei Ernten. Bohnen der zweiten Ernte weisen eine bessere Qualität auf [Descroix & Snoeck, 2004]. Die jährlichen Niederschlagsmengen für die Arabica- Sorten liegen bei Werten von 1300-1500 mm bis zu 1400-2000 mm [Schröder, 1991]. Niederschlagsmengen unter 800-1000 mm/Jahr wirken sich negativ auf die Produktivität der Plantage aus, v.a. bei einer unzureichender künstlichen Bewässerung. Liegt ein tiefer Boden mit gutem Wassserrückhaltevermögen vor, so können die Arabica- Sorten eine Trockenperiode von 4-6 Monaten überstehen [Descroix & Snoeck, 2004]. Die Robusta-Sorten benötigen mehr Wasser. Die optimalen Niederschlagsmengen liegen bei 2000-2500 mm im Jahr und *C. canephora* sowie *C. liberica* reagieren auf das längere Ausbleiben des Regens empfindlicher und überstehen Trockenperioden von nur 3-4 Monaten. Bei dichter Bewölkung oder Nebel steigt die Luftfeuchtigkeit an und kann

besonders während der Trockenperiode den ausbleibenden Regenfall kompensieren [Descroix & Snoeck, 2004].

1.1.1.3.1. Kaffee und Klimawandel

Zahlreiche Forschungsstudien und die erworbenen Data zu dem Thema Klimawandel bestätigen, dass die globale Erwärmung real und zu einem großen Teil irreversibel ist. Die stark von klimatischen Bedingungen abhängige Landwirtschaft wird in der Zukunft neuen Herausforderungen gestellt und durch den Klimawandel weitgehend beeinflusst. Der Kaffeeanbau stellt dabei keine Ausnahme dar. Viele der Kaffee- produzierenden Regionen werden in der Zukunft wärmer, trockener bzw. regnerischer sein und häufigere extreme Wetterereignisse sind nicht auszuschließen [Baker & Haggar, 2007].

Der Klimawandel wird zu einer Veränderung der für den Kaffeeanbau geeigneter Flächen sowie zu einer Beeinflussung der Bohnenqualität führen. Während viele Regionen ihre Eignung für den Kaffeeanbau verlieren z.B. Brasilien, werden andere, zurzeit noch ungeeignete Gebiete z.B. Ost- Afrika, immer attraktiver [Bunn et al., 2015; Läderach et al., 2017]. Die Entstehung neuer geeigneten Regionen wird für den Ausgleich nicht ausreichend sein und es ist mit einer globalen Abnahme von 50% zu rechnen. Ursprünglich wurde angenommen, dass der Anbau von Robusta einen Teil der Arabica-Produktion kompensieren könnte, da die Robusta- Sorten mehr Hitze vertragen. Da in der Zukunft vermehrt saisonale Wetterschwankungen zu erwarten sind, ist anzunehmen, dass beide Arten von dem Klimawandel beeinflusst werden [Bunn et al., 2015]. Die höheren Temperaturen werden zu einer schnelleren Reifung der Kaffeekirschen führen, was eine Senkung der Qualität verursachen kann. Läderach et al. [2017] konnte zeigen, dass die optimale Höhenlage in Nicaragua aufgrund der klimatischen Veränderungen im Jahr 2050 um 300 Meter höher liegen wird als zu dem heutigen Zeitpunkt. Zusätzlich wurden die Qualitätsattribute Säure und Flavour von Kaffee betrachtet, welche stark von der Umwelt abhängig sind. Aufgrund dessen wird angenommen, dass es in der Zukunft schwieriger wird, Kaffee mit diesen Attributen zu produzieren.

Das Ausmaß, in dem sich der Klimawandel auf die Kaffeeproduktion auswirken wird ist zum heutigen Standpunkt noch unklar, es ist aber sicher, dass es zu Veränderungen kommen wird und es wird nicht nur das Haushaltseinkommen vieler Landwirte gefährdet. Die Verschiebung der Höhenlage und eine extensive Kunstbewässerung wird zusätzlich

den Druck auf die Wälder und Naturressourcen steigern [Baker & Haggar, 2007]. Da die ökonomische Lebensdauer einer Kaffeeplantage meistens etwa 30 Jahre beträgt, sollten Entscheidungen für die Zukunft bereits heute getroffen werden um eine nachhaltige Kaffeeproduktion zu sichern [Wintgens, 2004].

1.1.2. Verarbeitung von Kaffee

Bevor die Kaffeekirschen in Form von Kaffee den Konsumenten erreichen und zu einem hochwertigen Getränk verarbeitet werden, haben sie einen langen Weg vor sich.

1.1.2.1. Ernte

Die Kaffeeernte findet saisonal statt. Im Idealfall werden nur reife Kaffeekirschen, mit einer möglichst geringen Schädigung des Kaffeebaums, geerntet. Kaffeezüchter wollen Kaffee mit einer hohen Qualität produzieren, diese wird vor allem durch die selektive händische Pflückmethode gewährleistet. Da die Kosten für die Ernte in den letzten Jahren gestiegen sind, muss öfters auf andere Methoden zurückgegriffen werden [Brando, 2004].

Manuelle Ernte:

Bei der selektiven Methode, der teuersten Methode, werden nur reife Kaffeekirschen von Hand gepflückt und in einem Korb gesammelt. Das Entscheidungskriterium dabei ist die Farbe der Kirsche. Im Laufe der Erntezeit wird ein Kaffeebaum mehrere Male besucht. Ein Pflücker kann 50- 120 kg Kaffee an einem Tag pflücken [Brando, 2004]. Bei der „Stripping"- Methode werden alle Kaffeekirschen unabhängig vom Reifezustand auf einmal von den Zweigen abgestreift [Edelbauer, 2014]. Die Kirschen fallen auf die auf dem Boden ausgebreiteten Laken aus Plastik oder Leinen und werden im Nachhinein sortiert. Der richtige Zeitpunkt für diese Methode besteht dann, wenn der Anteil von unreifen Kaffeekirschen unter 5% liegt. Mittels „Stripping" kann ein Arbeiter 120- 250 kg Kaffee an einem Tag pflücken [Brando, 2004].

Mechanische Ernte:

Bei der mechanischen Ernte stehen zwei Methoden zur Verfügung, große Erntemaschinen auf Rädern und kleine leichte Erntemaschinen, die in der Hand gehalten werden. Diese Methoden basieren auf dem Prinzip der Vibration. Unreife Kaffeekirschen

sind noch fester am Ast befestigt als reife und fallen deswegen nicht so leicht ab. Dadurch ist ein gewisser Grad an Selektion möglich. Große Erntemaschinen können nur in Gegenden angewendet werden, wo die Hänge nicht zu steil sind und ausreichender Abstand zwischen den Baumreihen vorhanden ist. Dies ist der Fall auf großen Plantagen auf Hawaii und in Teilen Brasiliens [Brando, 2004; Edelbauer, 2014].

1.1.2.2. Aufbereitung der Kaffeekirschen

Bei der Aufbereitung der Kaffeekirschen nach der Ernte wird zwischen der trockenen (ungewaschener Kaffee) und der nassen (gewaschener Kaffee) Aufbereitung unterschieden.

Trockene Aufbereitung:

Diese Methode wird überwiegend nach den nicht selektiven Erntemethoden angewendet. Die Kaffeekirschen werden von groben Verunreinigungen wie Ästen, Erde oder Steinen gereinigt und dann je nach Feuchtigkeitsgehalt aussortiert und getrennt getrocknet [Brando, 2004]. Dafür werden die Kaffeekirschen auf dem Boden ausgebreitet und durch Luft und Sonne getrocknet. Nach dem Trocknen werden sie mittels einer Schälmaschine geschält [Edelbauer, 2014]. Oft werden die Reinigungsschritte bzw. das Aussortieren übersprungen, was zu einer geringeren Qualität führt. Werden unreife Kaffeekirschen nicht entfernt verursachen sie einen unangenehmen Flavour bei dem fertigen Getränk. Eine Lösung dieses Problems bietet zum Teil die halbtrockene Methode [Brando, 2004].

Nasse Aufbereitung:

Bei der nassen Aufbereitung kommen die geernteten Kaffeekirschen in Quelltanks. Über Nacht quellt das Fruchtfleisch auf und wird am nächsten Tag durch Entpulper entfernt. Die Reste vom Fruchtfleisch bleiben an den rohen Bohnen haften. Diese spielen eine Rolle bei der Fermentation, die entscheidend für die Qualität des gewaschenen Kaffees ist [Edelbauer, 2014]. Bei der Fermentation von Kaffee kommt es zu keinen biochemischen Reaktionen im Inneren der Kaffeebohne. Die Schleimschicht, die die rohen Bohnen bedeckt, wird durch enzymatische Reaktionen entfernt. Die Dauer der Fermentation in Fermentierungstanks beträgt 6 bis 72 Stunden [Brando, 2004]. Nachher

werden die Fruchtfleischreste entfernt und die Kaffeebohnen können getrocknet werden [Edelbauer, 2014].

1.1.2.3. Das Rösten

Das Rösten von Kaffeebohnen hat eine große technologische und kommerzielle Bedeutung und beeinflusst im großen Ausmaß die Qualität des Endproduktes. Das Aroma der grünen Bohnen ist sehr schwach, deswegen ist das Rösten notwendig um das typische Röstaroma zu erreichen. Der Flavour, die Farbe, die Textur und die Zusammensetzung der Inhaltstoffe der Bohnen werden durch diesen Prozess verändert. Nicht nur die Änderung der sensorischen Eigenschaften, die den Konsum von Kaffee zu einem Genuss machen, ist von Bedeutung. Erst durch die veränderte Textur der Kaffeebohnen ist das Mahlen und Extrahieren möglich, das für die Zubereitung des Kaffeegetränks notwendig ist. Aufgrund des enormen Marktes für Kaffee und Kaffeeprodukte sowie der Komplexizität des Röstvorganges ist eine stetige Verbesserung und Weiterentwicklung dieses Prozesses gegeben [Baggenstoss et al., 2008; Eggers & Pietsch, 2001; Nagaraju et al., 1997; Schenker et al., 2006].

1.1.2.3.1. Rösten allgemein

Das Rösten ist ein Prozess, der überwiegend von den Zeit- Temperatur Bedingungen abhängig ist und es kommen sowohl physikalische als auch chemische Veränderungen in der Bohne vor, die durch das Zufügen von Hitze durch den Röster verursacht werden [Nagaraju et al., 1997]. Dabei wird die Hitze vom Gas oder von heißen metallischen Oberflächen in die grünen Bohnen transportiert. Der Hitzetransfer kann durch Kontakt, Wärmeleitung (Konduktion), Wärmestrahlung oder Wärmeströmung (Konvektion) erfolgen. Während des Röstens finden alle Arten des Hitzetransfers statt, dabei ist die Konvektion am effektivsten und erlaubt ein gleichmäßiges Rösten der Bohnen [Baggenstoss et al., 2008]. Temperaturen bis zu 200°C werden erreicht [Schenker et al., 2006]. Die Bohnen werden aufgewärmt, es kommt zum teilweisen Verkohlen der Pflanzenfasern und dem Verdampfen vom Wasser [Edelbauer, 2014]. Die Gase, die sich in den Zellen befinden führen zu einem Anstieg des Druckes innerhalb der Bohne. Dies führt zu einem Dehnen (Volumen der Bohne vergrößert sich) und der Sprengung der Bohnen, begleitet von dem typischen hörbaren Krachen bzw. Knacken. Wird der

gewünschte Grad der Röstung erreicht, werden die Bohnen von dem Röster entfernt und anschließend rasch durch Kaltluftstrom abgekühlt. Zusätzlich kann das Abkühlen durch Wasserabschrecken beschleunigt werden, diese Methode beeinträchtigt jedoch die Qualität des Endproduktes [Edelbauer, 2014; Eggers & Pietsch, 2001]. Der geröstete Kaffee wird mit Hilfe von Röstgraden charakterisiert. Für die Bestimmung des entsprechenden Röstgrades stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Am gängigsten ist die Beurteilung anhand der Farbe bzw. der Farbentwicklung der gerösteten Bohnen. Obwohl in der Literatur oft von einem optimalen Röstgrad die Rede ist, lässt sich dieser nicht genau definieren, da mehrere Faktoren wie Herkunft der grünen Bohnen, vorgesehene Zubereitungsart des Kaffeegetränks sowie persönliche Vorlieben eine Rolle spielen [Baggenstoss et al., 2008; Edelbauer, 2014].

1.1.2.3.2. Verschiedene Röstverfahren

Konventionelles (herkömmliches) Rösten: Die traditionellen Röster basieren normalerweise auf einer horizontal rotierenden Trommel. Im Inneren befinden sich Leitblechs, die dem Mixen und Umwälzen der Bohnen dienen. Die Trommel ist von einem elektrisch- oder gasbetriebenen Ofen umgeben, der der Hitzezufuhr dient [Nagaraju et al., 1997]. Diese Art des Röstens wird auch „HTLT- roasting“ genannt und steht für „high temperatures and long roasting times“ [Eggers & Pietsch, 2001]. Die lange Zeit von 15-18 Minuten bzw. von 8- 12 Minuten sowie die hohe Temperatur des Einlassgases, bis zu 450°C, sind ein großer Nachteil dieser Methode [Eggers & Pietsch, 2001; Nagaraju et al., 1997]. Es kann zum Verbrennen mancher Bohnen kommen, Öl und Kohle lagern sich an den Wänden ab. Dies kann in bitteren, rauchigen Bohnen resultieren [Nagaraju et al., 1997]. Die negativen Auswirkungen können umgangen werden, indem kontinuierliche Trommelröster verwendet werden. Durch ein höheres Gas/ Bohnen-Verhältnis ist ein Rösten bei niedrigeren Temperaturen (250°C) und einer kürzeren Zeit von 3-6 Minuten möglich [Eggers & Pietsch, 2001].

Wirbelbett- Rösten („fluidized bed roasting“): Die Methode des Wirbelbett- Röstens ist bereits über 70 Jahre bekannt, allerdings hat die Entwicklung von guten Maschinen sehr viel Zeit in Anspruch genommen. Sie ist vor allem für das Rösten von größeren Mengen Kaffee geeignet [Nagaraju et al., 1997]. Durch die Zufuhr von heißem Gas mit

hoher Geschwindigkeit von dem unteren Bereich der Röstmaschine in die Richtung der Bohnen werden diese in fluidisierten Zustand gebracht. Die Bohnen werden von dem Gas gleichzeitig bewegt und erwärmt. Einer der Vorteile des Wirbelbett- Röstens ist eine bessere Kontrolle der Prozessparameter (Zeit, Temperatur). Durch die fast exklusive Konvektion als Wärmetransfer und keine exzessiven Temperaturspitzen lässt sich ein einheitliches Röstprodukt erzeugen. Eine zusätzliche mechanische Bewegung ist nicht notwendig, wodurch eine erhöhte Beständigkeit gewährleistet wird. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist ein geringerer Verlust von kleinen Partikeln, wie z.B. kleineren bzw. gebrochenen Bohnen. Durch eine zuverlässige Entfernung von den Hautpartikeln von der Röstfläche kommt es zusätzlich zu weniger Rauchentwicklung [Eggers & Pietsch, 2001].

Schnell- Rösten („fast roasting"): Das Schnell- Rösten findet bei einem hohen Gas/ Bohnen- Verhältnis statt. Die Röstzeiten betragen 1- 4 Minuten wobei bei Zeiten unter 2 Minuten von ultraschnellem Rösten die Rede ist. Die schnell gerösteten Bohnen unterscheiden sich von den traditionell gerösteten. Sie weisen eine geringere Dichte und eine höhere Porosität auf. Aufgrund dieser strukturellen Unterschiede ist ein besseres Eindringen vom Wasser in die Bohne möglich. Wasserlösliche Inhaltstoffe können aufgrund dessen besser extrahiert werden. Somit ist für die gewünschte Brühstärke weniger Kaffee notwendig, die Bezeichnung „high yield coffee" (ertragsstarker Kaffee) ist üblich. Dieser wird in den USA von den Konsumenten besser akzeptiert als z.B. in Deutschland [Eggers & Pietsch, 2001].

1.1.3. Inhaltstoffe des Kaffees

Der Kaffee enthält ein breites Spektrum an verschiedenen Inhaltstoffen, deren Menge und Zusammensetzung von mehreren Faktoren abhängt. Die chemische Grundzusammensetzung der grünen Kaffeebohne wird in erster Linie von genetischen (Kaffeesorte) und physiologischen (Reifezustand) Faktoren bestimmt [Farah, 2012]. Anbaugebiet oder klimatische Bedingungen beeinflussen zusätzlich die Zusammensetzung der Inhaltstoffe. Im Laufe der Verarbeitung kommt es durch den Röstprozess zu zahlreichen Veränderungen und somit muss in Bezug auf die Inhaltstoffe

zwischen dem rohen und gerösteten Kaffee unterschieden werden [Ebermann & Elmadfa, 2008; Edelbauer 2014].

1.1.3.1. Nichtflüchtige Inhaltstoffe

Kohlenhydrate

Der Kohlenhydratgehalt der grünen Kaffeebohne liegt bei 60-70 % und sie werden während der Röstung teilweise dehydratisiert [Ebermann & Elmadfa, 2008]. Zu unterscheiden ist zwischen den niedermolekularen (löslichen) und den hochmolekularen (nicht löslichen) Kohlenhydraten [Bradbury, 2001]. Sie sind die Ausgangssubstanz für die Maillard- Reaktion während des Röstens. Dies ist für die Aroma- und Farbentwicklung von großer Bedeutung. Der wichtigste Vertreter der niedermolekularen Kohlenhydrate ist die Saccharose. Arabica- Bohnen enthalten tendenziell mehr Saccharose als Robusta- Bohnen und entwickeln aufgrund dessen ein besseres Flavour [Farah, 2012]. Zusätzlich sind auch andere lösliche Zucker enthalten wie z.B. Arabinose, Mannose und Rhamnose [Ebermann & Elmadfa, 2008]. Die hochmolekularen Kohlenhydrate, die in der Kaffeebohne enthalten sind, werden vertreten von: Arabinogalactan, Mannan bzw. Galactomannan und Cellulose. Diese Polysaccharide sind als Bestandteile der Zellwand vorzufinden. Diese können den üblichen Röstungsbedingungen widerstehen und bleiben zum Großteil auch nach dem Röstvorgang weitgehend unverändert [Bradbury, 2001]. Die hochmolekularen Polysaccharide sind in dem Kaffeegetränk für die sensorische Eigenschaft “Körper“ bzw. “Body“ verantwortlich [Farah, 2012].

Proteine und Aminosäuren

Proteine, Peptide und freie Aminosäuren sind für den Ablauf der Maillard- Reaktion notwendig und spielen somit zusammen mit den Kohlenhydraten eine Rolle bei der Aroma- bzw. Flavourentwicklung. Außerdem sind sie die Ausgangssubstanzen für flüchtige Verbindungen wie z.B. Furane, Pyridine, Pyrolle und Aldehyde. Der Gehalt der stickstoffhaltigen Verbindungen (ausgenommen Koffein und Trigonellin) der grünen Bohnen liegt zwischen 9-16%. Aufgrund der fehlenden essentiellen Aminosäuren ist Kaffee keine gute Proteinquelle [Farah, 2012].

Fette

Die Lipidfraktion der Kaffeebohnen setzt sich zusammen aus: Triglyceride 75%, freie Fettsäuren 1%, Sterole (2,2% nicht veresterte, 3,2% veresterte) und Tocopherole 0,05%. Die Gesamtmenge der Lipide ist fast doppelt so hoch bei den grünen Arabicabohnen wie bei Robustabohnen [Farah, 2012; Speer & Kölling-Speer, 2001]. Der Fett der Kaffeebohnen weist einen hohen Gehalt an Linolsäure, α-Linolensäure, Palmitinsäure und Ölsäure [Ebermann & Elmadfa, 2008]. Die Diterpene Kahweol und Cafestol besitzen eine antioxidative Wirkung und sind beide säure-, hitze- und lichtsensitiv. Robusta enthält nur kleine Mengen von Kahweol, dafür aber 16-O-Methylcafestol, welcher nur in Robustabohnen enthalten ist. 16-O-Methylcafestol bleibt auch während des Röstens stabil und ist deswegen als Qualitätsmerkmal dafür geeignet, Robusta in Arabica-Mischungen zu erkennen [Speer & Kölling- Speer, 2001]. Im Allgemeinen ist die Lipidfraktion relativ hitzestabil, mit Ausnahme von Diterpenen und Tocopherolen. Beim Zubereiten mittels Papierfilter wird der allergrößte Anteil der Lipide zurückgehalten und gelangt somit nicht in das fertige Kaffeegetränk [Ebermann & Elmadfa, 2008]. Die Fettsäuren spielen nicht nur für die Gesundheit eine wichtige Rolle. Vielmehr hängt deren Intaktheit mit der Frische des Kaffees eng zusammen, da diese durch Hydrolyse und Oxidation von Triglyceriden beeinträchtigt wird [Farah, 2012].

Koffein

Koffein ist ein Alkaloid aus der Gruppe der Xanthine und ist der am Meisten untersuchte Inhaltstoff im Kaffee. Es wurde das erste Mal in 1820 von Kaffeebohnen isoliert. Dieses Alkaloid ist auch in anderen Pflanzen in geringeren Mengen enthalten wie z.B. im Tee [Cano-Marquina et al., 2013]. Der Gehalt von Koffein liegt bei 0,9-1,6% der Trockenmasse bei Arabica und 1,4-2,9% bei Robusta. Es ist hitzestabil und der Gehalt bleibt auch nach dem Rösten weitgehend unverändert. Das entspricht bei einer normalen Brühstärke 50-100 mg Koffein pro Tasse (125 ml) [Farah, 2012; Richling & Habermeyer, 2014]. Die Menge des im Kaffeegetränk enthaltenen Koffeins hängt nicht nur von der Sorte, sondern auch von der Zubereitungsart ab [Cano-Marquina et al., 2013]. Koffein ist eine bittere Substanz, es ist aber nur für ca. 10% der wahrgenommenen Bitterkeit des Kaffeegetränks verantwortlich. Die Halbwertszeit dieses Alkaloids beträgt 2-6h nach

dem Kaffeekonsum und es wird vor allem in der Leber metabolisiert. Koffein ist für seine stimulierende Wirkung auf das zentrale Nervensystem bekannt. Ein geringer bis moderater Koffeinkonsum ist mit einer verbesserten Aufmerksamkeit, Lernaufnahmefähigkeit sowie gesteigerten körperlichen Leistungsfähigkeit assoziiert. Bei empfindlichen Individuen können auch negative Wirkungen auftreten wie z.B. Unruhe und Schlaflosigkeit [Farah, 2012].

Chlorogensäuren und andere Säuren

Die Azidität bzw. die Säure ist neben Aroma und Bitterkeit ein wichtiges Attribut für die sensorische Qualität vom Kaffee. Die Säuren machen ca. 11% des Gewichts der grünen Bohne aus und durch das Rösten sinkt der Gehalt auf 6% [Balzer, 2001]. Die Chlorogensäuren gehören zu den phenolischen Verbindungen des Kaffees und entstehen durch die Veresterung von trans-Zimtsäuren (z.B. Kaffeesäure, Ferulasäure, Cumarsäure) mit Chinasäure. Sie verleihen dem Kaffeegetränk Adstringenz, Bitterkeit und Säure. Da diese Säuren thermisch unstabil sind, werden sie während des Röstens weitgehend verändert (z.B. Abbau zu niedermolekularen Verbindungen). Zu hohe Mengen an Chlorogensäuren können zur Entwicklung von unerwünschten sensorischen Eigenschaften im gerösteten Kaffee führen. Robusta enthält fast doppelt so viel Chlorogensäuren wie Arabica [Farah, 2012].

1.1.3.2. Flüchtige Inhaltstoffe

Die grünen Kaffeebohnen enthalten nicht besonders viele flüchtige Verbindungen, es wurde ca. 100 identifiziert. Dazu gehören folgende Verbindungsklassen: Alkohole, Ester, Kohlenwasserstoffe und Aldehyde. Sie verleihen den grünen Bohnen das charakteristische schwache Aroma. Erst durch das Rösten entwickelt sich das spezifische Aroma von Kaffee. Mehr als 950 Verbindungen wurden identifiziert, dabei konnte keine einzelne Substanz isoliert werden, die alleine für das Kaffeearoma verantwortlich wäre. Deren Vielfalt und Konzentration hängt von mehreren Faktoren ab. Genetik, Bodenbeschaffenheit, landwirtschaftliche Praxis und Klima nehmen Einfluss auf die Inhaltstoffe der grünen Kaffebohne, welche im Weiteren ausschlaggebend für die Entstehung der flüchtigen Inhaltstoffe bei dem Rösten sind. Verantwortlich für die Aromaentstehung sind chemische Reaktionen wie Strecker- Abbau, Pyrolyse oder die

Maillard- Reaktion. Aus Kohlenhydraten werden Furane, Aldehyde, Ketone und Phenole gebildet. Proteine und Aminosäuren werden während des Röstens zu Ketonen, Pyrrolen und Pyrazinen umgewandelt. Aus den weitgehend stabilen Lipiden entstehen kleine Mengen von Aldehyden und Ketonen und die Chlorogensäuren werden in phenolische Verbindungen umgewandelt [Farah, 2012]. Die Bedingungen beim Rösten und die Kaffeesorte beeinflussen das Aroma. Das Röstaroma, erdige und rauchige Noten sind bei Robusta intensiver. Süßliches Aroma nach Karamel und grünen Erbsen ist charakteristisch für Arabica- Kaffee. Bei einer dunkleren Röstung werden die Noten Röstaroma, erdig und rauchig intensiver. Das Aroma ist nicht stabil, Licht, hohe Temperaturen, Feuchtigkeit und Sauerstoff begünstigen die Entstehung von Off- Flavour [Grosch, 2001].

1.1.4. Kaffee und Gesundheit

Die gesundheitlichen Aspekte, die mit dem Genuss vom Kaffee im Zusammenhang stehen werden oft diskutiert. In der Vergangenheit wurde es empfohlen Kaffeekonsum zu reduzieren bzw. sogar zu meiden. Die Erforschung der Phytochemie von Kaffee verbesserte den Ruf von diesem Genussmittel. Zahlreiche Studien bestätigen, dass ein moderater regelmäßiger Konsum vom Kaffee als sicher zu betrachten ist und sogar einen gesundheitsfördernden Einfluss auf den menschlichen Körper haben kann. Eine positive Auswirkung des Kaffeekonsums konnte bereits bei den folgenden Erkrankungen gezeigt werden: kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes, Lebererkrankungen, neurologische Erkrankungen (Parkinson- Krankheit, Alzheimer- Erkrankung), Osteoporose und verschiedene Krebsarten [Cano- Marquina et al., 2013; O`Keefe et al., 2018; Pourshahidi et al., 2016].

1.1.4.1. Kardiovaskuläre Erkrankungen:

Die hohe Prävalenz von kardiovaskulären Erkrankungen und ein weitverbreiteter Kaffeekonsum führen zu der Frage, wie und in welchem Ausmaß sich der Kaffee und seine Inhaltstoffe auf das menschliche kardiovaskuläre System auswirken. Die zu diesem Thema verfügbare Studien liefern teilweise widersprüchliche Ergebnisse [Bidel & Tuomilehto, 2012]. Der Konsum vom Kaffee kann, durch den darin enthaltenen Koffein, zu einem erhöhten Blutdruck führen. Dies betrifft allerdings überwiegend Personen die

normalerweise keinen Kaffe konsumieren. Bei einem regelmäßigen Kaffeekonsum wird dieses Phänomen nicht bzw. nur in einem geringen Ausmaß beobachtet [O`Keefe et al., 2013; Pourshahidi et al., 2016]. Die Diterpene Kahweol und Cafestol führen zu einer erhöhten Konzentration von Serumcholesterol, verursacht durch die Senkung der Aktivität der LDL- Rezeptoren. Durch die geeignete Zubereitung des Kaffeegetränks lässt sich diese Wirkung reduzieren. Ein Filterkaffee enthält diese Substanzen in fast nicht feststellbaren Mengen, während andere Zubereitungsarten Mengen zwischen 0,2- 18 mg/ 100 ml enthalten [Bidel & Tuomilehto, 2012]. Nichtsdestotrotz zeigen mehrere epidemiologische Studien, dass ein regelmäßiger Kaffeekonsum das Langzeitrisiko für koronare Herzerkrankung senken kann. Für einen protektiven Effekt sind überwiegend die Polyphenole und deren antioxidative Wirkung verantwortlich [Bidel & Tuomilehto, 2012; O`Keefe et al., 2013]. Im generellen lässt sich die Behauptung aufstellen, dass ein moderater Kaffeekonsum (3-6 Tassen/ Tag) bei gesunden Individuen, in Bezug auf das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen, als sicher zu betrachten ist und bei bereits erkrankten Personen ein Verzicht auf Kaffee in mäßigen Mengen nicht notwendig ist [Chrysant, 2015; O`Keefe et al., 2013].

1.1.4.2. Lebererkrankungen:

In den letzten zwei Dekaden wurde Evidenz für eine positive Wirkung des Kaffeekonsums auf die Leberfunktion und Lebergesundheit gesammelt. Die Beweise dafür haben nicht nur einen epidemiologischen Charakter, sondern basieren auch auf biologischen und klinischen Daten [Muriel & Arauz, 2012; Pourshahidi et al., 2016]. Ein regelmäßiger Kaffeekonsum kann die Hepatozyten vor Schädigung schützen, unabhängig davon ob diese durch Alkohol, Virus, Medikamente oder andere Angreifer verursacht wird [Cano- Marquina et al., 2013]. Die Inzidenz chronischer Lebererkrankungen und das Risiko einer Leberzirrhose können gesenkt werden. Klinische und experimentelle Daten weisen auf einen schützenden Effekt bei dem metabolischen Syndrom sowie bei der Entwicklung einer nicht alkoholischen Fettleber hin. Zusätzlich können Leber-assoziierte Laborwerte bei Risikogruppen (wie z.B. Personen mit exzessivem Alkoholkonsum, Übergewicht, Raucher usw.) positiv beeinflusst werden [Muriel & Arauz, 2012; Saab et al., 2014; Wadhawan & Anand, 2016]. Laut epidemiologischen Daten, kann ein täglicher Konsum von ≥ 2 Taseen Kaffee vor dem Fortschreiten fast aller

Lebererkrankungen schützen [Wadhawan & Anand, 2016]. Eine Anzahl an Substanzen wie z.B. Koffein, Kahweol und Cafestol, werden mit der hepatoprotektiven Wirkung assoziiert. Manche Studien zeigen eine positive Wirkung für Filterkaffee aber nicht für einen nicht filtrierten Kaffee, was an dem unterschiedlichen Gehalt dieser Substanzen durch verschiedene Zubereitungsarten liegen kann. Die einzelnen Wirkungsmechanismen sind derzeit noch nicht ganz klar und somit ist eine genaue Empfehlung für den Kaffeekonsum, die einen positiven Effekt garantieren würde, nicht möglich [Muriel & Arauz, 2012; Saab et al., 2014].

1.1.4.3. Krebs:

Die Bemühungen den Zusammenhang zwischen Kaffeekonsum und Krebs zu untersuchen haben bereits in 1970 begonnen. Im Allgemeinen lässt sich die Behauptung aufstellen, dass ein regelmäßiger moderater Kaffeekonsum eine positive Wirkung oder keinen Effekt auf verschiedene Krebsarten hat. Die Ausnahme sind Blasen- und Harnwegskrebs, bei denen das Risiko um 18% bei Männern und 26% bei Frauen erhöht werden kann [Pourshahidi, 2016; Raj et al., 2016]. Die Ergebnisse mehrerer Metaanalysen zeigen, dass ein regelmäßiger Kaffeekonsum das Risiko von folgenden Krebsarten senken kann: Prostatakrebs, Dickdarmkrebs, Speiseröhrenkrebs, Brustkrebs (bei prämenopausalen Frauen), Endometriumkarzinom und hepatozelluläres Karzinom [Nkondjock, 2012; Raj et al., 2016]. Die EPIC Studie (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition) zeigt eine bis zu 70%ige signifikante Senkung des Risikos vom Leberkrebs, wenn Gruppen mit dem höchsten und niedrigsten Kaffeekonsum verglichen werden [Bamia et al., 2015].

1.1.4.4. Diabetes:

Die Auswirkung von Kaffee auf Diabetes mellitus Typ 2 (DM 2) wurde in zahlreichen Studien erforscht. Klinische Untersuchungen zeigen unterschiedliche, manchmal sogar widersprüchliche Ergebnisse. Werden epidemiologische Studien betrachtet (30 Studien durchgeführt zwischen den Jahren 2002 und 2015), so lässt sich eine Reduktion des Risikos für die Entstehung von DM 2 bei einem regelmäßigen Konsum von Kaffee feststellen. Werden Kategorien mit dem niedrigsten und höchsten Kaffeekonsum verglichen, so kann das Risiko um bis zu 30% reduziert werden [Carlström & Larsson,

2018]. Zhang et al. [2011] konnte im Rahmen der „Strong Heart Study“ eine bis zu 67%ige signifikante Reduktion der Inzidenz von DM 2 feststellen, bei einem Konsum von >12 Tassen Kaffee/ Tag im Vergleich zu keinem Kaffeekonsum. Ähnliche Ergebnisse zeigte Rosengren et al. [2004] bei Schwedischen Frauen. In einer Studie mit 18 Jahren Follow- up wurden bei dem niedrigsten Kaffeekonsum 475 Fälle pro 100 000 Personenjahre beobachtet, verglichen mit 202 Fällen bei dem höchsten Konsum.
Obwohl die meisten epidemiologischen Studien eine Wirkung von Kaffee auf die Risikoreduktion von DM2 zeigen, ist die klinische Evidenz nicht ausreichend um einen erhöhten Kaffeekonsum als Intervention zu empfehlen und auch die Empfehlungen für den Konsum bei Diabetespatienten sind unschlüssig [Akash et al., 2014; Matusheski et al., 2011].

Ein regelmäßiger moderater Kaffeekonsum kann als unschädlich betrachtet werden und wird mit positiven Wirkungen auf mehrere Erkrankungen assoziiert. Nichtsdestotrotz stammen die meisten Ergebnisse von Beobachtungsstudien und mehr Daten von randomisierten kontrollierten Studien sind erforderlich. Bei dem Erstellen von Empfehlungen müssen auch die negativen Wirkungen, die der Kaffee auf den menschlichen Körper haben kann, in Betracht gezogen werden. Viele davon hängen mit dem Koffeingehalt zusammen wie z.B. Unruhe, Schlafstörungen und Kopfschmerzen [O`Keefe et al., 2018].

1.2. Sensorik

1.2.1. Sensorische Eigenschaften von Kaffee

Kaffee wird weltweit wegen seinen charakteristischen sensorischen Eigenschaften konsumiert. Der typische Kaffee- Flavour entsteht in einer Reihe von Prozessen und ist von zahlreichen Faktoren abhängig (Abbildung 1). Genetische Faktoren, Klima, landwirtschaftliche Praxis, Verarbeitung der grünen Bohnen, Rösten, Mahlen und die Art der Zubereitung entscheiden über die sensorische Qualität des Getränks und führen dazu, dass das Flavour extrem variiert [Sunarharum et al., 2014].

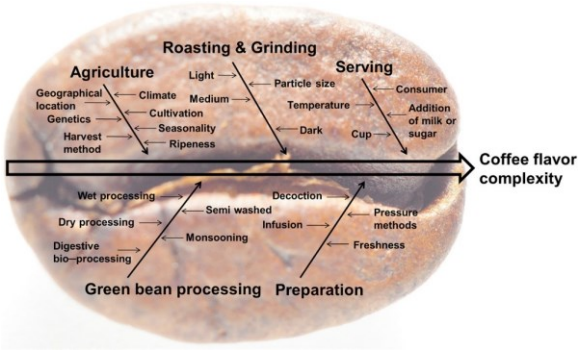


Abbildung 1: Faktoren, die die Flavour- Entwicklung in Kaffee beeinflussen [Sunarharum et al., 2014].

Obwohl bereits die grüne Kaffeebohne über das Aroma und Flavour von Kaffee mitbestimmt, entscheidet im Nachhinein das Rösten über die Entstehung von flüchtigen Inhaltstoffen (siehe auch Kapitel 2.1.4.2). Auf diese Stoffe ist die Komplexität und die Vielfalt des Kaffee- Flavours und des Kaffee–Aromas zurückzuführen. Dunklere Röstung konnte mit einer erhöhten Intensität von Attributen wie *Kaffee- Flavour*, *Röst-Flavour*, *verbrannt*, *aschig* und *saure Aromastoffe* in Verbindung gebracht werden. Die Intensität von *Kakao- Flavour* und *süßlichen Aroma- Komponenten* ist mit dem steigenden Röstgrad gesunken. Leicht geröstete Kaffeebohnen wurden mit Charakteristika wie *grün* oder *nach Bohnen* assoziiert [Bhumiratana et al., 2011].

Den Einfluss der Zubereitungsart auf die sensorischen Eigenschaften konnten Sanchez und Chambers [2015] zeigen. Sie untersuchten drei verschiedene Kaffees und vier verschiedene Zubereitungsarten. Unterschiedliche Intensitäten der Attribute *verbrannt*,

aschig, *bitter*, *Kaffee-Flavour* und *Kakaoflavour* wurden beobachtet. Die “cupping“-Methode, welche keinen Filter verwendet, zeigte stärkere Noten für fast alle Attribute, verglichen mit der Filterkaffeemaschine. Dies kann daran liegen, dass in dem Papierfilter Inhaltstoffe zurückgehalten werden, welche zu dem Flavour beitragen.

Aufgrund der vielen Faktoren, die das Flavour von Kaffee bestimmen, kann dieses extrem variieren. Chambers et al. [2016] versuchte ein Lexikon zu entwickeln, welches für die sensorische Analyse von gebrühtem Kaffee geeignet ist. Dieses enthält sensorische Attribute, die für die Beschreibung von Kaffee charakteristisch sind, z.B. *geröstet*, *verbrannt*, *rauchig, nussig, fruchtig, blumig, erdig, bitter, süß, sauer, Heu-artig, zitrusartig* oder *Kakao-artig.*

1.2.2. Sensorische Analyse

Als Sensorik werden wissenschaftliche Untersuchungen bezeichnet, die mittels der menschlichen Sinne (Sehen, Riechen, Tasten, Schmecken, Hören) die durch ein Produkt hervorgerufene Eindrücke messen und analysieren. Da die sensorischen Eigenschaften eines Lebensmittels zu den wichtigsten Qualitätskriterien gehören, findet die Lebensmittelsensorik eine breite Anwendung in der Lebensmittelindustrie. Durch den Einsatz in der Produktentwicklung und das Ermitteln der Präferenz und Akzeptanz bei den Konsumenten, ist z.B. eine Produktoptimierung möglich [Derndorfer, 2016; Kemp et al., 2009]. Um die sensorischen Eigenschaften eines Produkts zu beurteilen stehen zahlreiche Prüfmethoden zur Verfügung. Im generellen lassen sie sich in analytische (objektive) und hedonische (subjektive) Methoden einteilen. Bei Konsumenten werden überwiegend hedonische Methoden wie Akzeptanz- und Präferenztests angewendet. Zu den analytischen Methoden gehören z.B. deskriptive Analysen und Zeit- Intensitätstests [Derndorfer, 2016].

Die Produkte werden immer komplexer, vor allem stark verarbeitete Lebensmittel, deswegen wird nach neuen Methoden gesucht, welche eine bessere Analyse ermöglichen. Deskriptive Methoden liefern Aussagen über die Intensität der Attribute aber nicht über die zeitliche Entwicklung einer Empfindung. Da die sensorischen Wahrnehmungen während des Konsums nicht statisch sind und sich dementsprechend ändern können, sind dynamische Methoden notwendig um diese Veränderungen zu erfassen. Beispiele für

solche Prüfmethoden sind z.B. der Zeit- Intensitätstest und die relativ neue Methode Temporal Dominance of Sensations (TDS) [Di Monaco, 2014; Le Révérend et al., 2008].

1.2.3. Temporal Dominance of Sensations

Die Temporal Dominance of Sensations Methode wurde in "Centre Européen des Sciences du Goût" in 1999 entwickelt und in 2003 das erste Mal bei dem Pangborn Symposium präsentiert. Heutzutage ist TDS gut etabliert und wird sowohl von Unternehmen als auch in der Forschung angewendet [Di Monaco, 2014; Pineau & Schlich, 2015]. Zahlreiche Produkte wurden bereits mittels TDS analysiert, z.B. Bier [Missbach et al., 2017; Silva et al., 2019], Kaffee [Dinella et al., 2013], Joghurt [Bruzzone et al., 2013], Schokolade [Oberrauter et al., 2018] und Wein [Meillon et al., 2009].

1.2.3.1. Vergleich Temporal Dominance of Sensations und Zeit- Intensitätstest

Es ist schon lange anerkannt, dass es sich bei der sensorischen Wahrnehmung während des Konsums um einen temporalen bzw. dynamischen und nicht einen statischen Prozess handelt. Um die zeitliche Entwicklung zu erfassen wurde bislang am meisten der Zeit-Intensitätstest (Time Intensity Test) angewendet. Bei diesem wird nur ein Attribut auf einmal evaluiert. Um mehrere Deskriptoren zu erfassen sind multiple Testläufe notwendig. Dies nimmt sehr viel Zeit in Anspruch und ist vor allem für Unternehmen sehr aufwendig und kostenintensiv. TDS wurde als eine zeitsparende Methode, die mehrere Attribute und deren Interaktionen innerhalb eines Testlaufs erfassen kann und den "halo-dumping"- Effekt verhindert [Pineau et al., 2009; Schlich, 2017]. Mehrere Studien haben die Ergebnisse von TDS und TI verglichen und sind zu dem Ergebnis gekommen, dass TDS den Zeit- Intensitätstest nicht ersetzen kann. Zwar können beide Methoden teilweise ähnliche Informationen bezüglich der Unterschiede zwischen den Produkten liefern, sind aber nichtsdestotrotz für verschiedene Bedürfnisse bzw. Fragestellungen geeignet [Le Révérend et al., 2008; Pineau et al., 2009].

1.2.3.2. Konzept der Dominanz

Das Ziel der TDS- Methode ist es, die Entwicklung der dominanten sensorischen Wahrnehmungen, die während des Konsums bzw. der Verkostung eines Produkts

hervorgerufen werden, aufzuzeichnen und zu bewerten. Die grundliegende Basis von TDS beruht somit auf der Fähigkeit der Panelisten die dominante Eigenschaft aus einer Attributenliste auszuwählen. Dafür ist das Verständnis des Begriffst „Dominanz“ bzw. „dominantes Attribut“ unentbehrlich [Pineau & Schlich, 2015]. Als dominantes Attribut wird dasjenige bezeichnet, das zu einem gegebenen Zeitpunkt am Meisten die Aufmerksamkeit auf sich zieht. Es muss sich dabei nicht um das Attribut mit der höchsten Intensität handeln [Pineau et al., 2009]. Während des Paneltrainings kann der Vergleich mit einem Musikstück hilfreich sein, da es leicht verständlich ist, dass das dominante Instrument nicht unbedingt das lauteste sein muss [Pineau & Schlich, 2015].

1.2.3.3. Durchführung

TDS wird überwiegend computergestützt durchgeführt. Dabei werden den Panelisten am Bildschirm alle Deskriptoren von der Attributenliste präsentiert und somit zur Auswahl zur Verfügung gestellt. Laut Anweisung soll die „Start-Taste“ in dem Moment angeklickt werden, in dem das Produkt in den Mund genommen wird und das erste dominante Attribut kann bereits ausgewählt werden. Nachher wird immer, wenn sich die Wahrnehmung ändert, die Taste der weiteren Eigenschaft betätigt. Es besteht die Möglichkeit ein Attribut mehrere Male auszusuchen bzw. ein anderes kein einziges Mal. Während der Verkostung verzeichnet der Computer die kontinuierliche Reihenfolge der dominanten Deskriptoren. In diesem Fall wird angenommen, dass ein dominantes Attribut so lange als dominant wahrgenommen wird, bis ein anderes ausgewählt wird [Pineau & Schlich, 2015; Schlich, 2017; Schlich & Pineau, 2017]. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, dass zwei Attribute als dominant betrachtet werden, was vor allem dann der Fall ist, wenn die Attribute zu zwei verschiedenen Kategorien gehören (z.B. Textur und Geschmack). In diesem Fall kann eine duale TDS durchgeführt werden. Des Weiteren ist es möglich, dass der Panelist das eine Attribut nicht mehr als dominant empfindet ohne bereits ein anderes im Visier zu haben [Schlich, 2017]. Rodriguez et al. [2018] inkludierten in deren Attributenliste bei der Evaluierung von Käse mit einem trainierten Panel auch die Taste „no perception“ die angeklickt werden konnte, wenn keine Empfindung wahrgenommen wurde. Sie konnten beobachten, dass diese vermehrt am Ende der festgelegten Verkostungsdauer von den Panelisten gewählt wurde. Die sog.

Hold- Down- TDS (HD- TDS) erlaubt es, die „no dominance“- Perioden zu erfassen [Schlich, 2017]. Es handelt sich dabei um Zeitspannen, während deren kein Attribut als dominant empfunden wird. Sie können als Zeitlücken zwischen den zwei aufeinanderfolgenden dominanten Eigenschaften bezeichnet werden. Verzögerte Reaktionszeit, zögerndes Verhalten der Panelisten oder die Zeit, die zur Auswahl des nächsten dominanten Attributs notwendig ist können die Ursache für diese Perioden von keiner Dominanz sein. Es wurde angenommen, dass das Erfassen der „no dominance“ eine höhere Sensitivität der TDS- Methode und bessere Produktdiskrimminierung erlaubt. Die Ergebnisse von Van Bommel et al. [2019] haben eine vergleichbare Sensitivität von der Standard- TDS und der Hold- Down-TDS gezeigt und lieferten keine Evidenz für eine übertreffende Leistung von HD- TDS bezüglich der Produktunterscheidung. Die Perioden von keiner Dominanz betrugen im Durchschnitt weniger als eine Sekunde und sind daher zu kurz um als richtiges Zögern oder unentschlossenes Verhalten der Prüfpersonen betrachtet zu werden [Van Bommel et al., 2019].

Normalerweise wird TDS während des ersten Schlucks bzw. des ersten Bisses durchgeführt („single sip/ single bite“). In echten Lebenssituationen werden Produkte in einer Reihe von einzelnen schnellen aufeinander folgenden Schlucken bzw. Bissen konsumiert. Dies kann eine Auswirkung auf die sensorische Wahrnehmung eines Produkts haben. Deswegen ist ein einzelner Schluck oder Biss nicht immer repräsentativ vor allem wenn es sich um komplexe Produkte handelt [Zorn et al., 2014]. Mehrere Studien haben bereits die „multiple sip/ multiple bite“ TDS- Methode angewendet. Dugas et al. [2012] bewerteten die dominanten Attribute einer Tasse von Gourmet- Kaffee in sieben „sips“. Die Zeit zwischen den einzelnen Schlucken betrug 30 Sekunden. Die Ergebnisse lieferten eine bessere Differenzierung der Produkte und deuteten darauf hin, dass größere Anzahl von dominanten Attributen mit komplexeren Kaffeemischungen assoziiert ist. Barron et al. [2012] untersuchte ebenfalls mittels der „multiple sip“ Methode den Einfluss von Kaffee- Crema auf die sensorische Wahrnehmung. Es konnte gezeigt werden, dass ein höherer Anteil des Kaffee- Cremas den bitteren Geschmack maskiert und zu einer höheren Dominanz des Röst- Flavours führt. Zorn et al. [2014] evaluierte verschiedene Süßungsmittel in insgesamt drei aufeinander folgenden „sips“. Aufgrund von mehreren Anwendungen lässt es sich behaupten, dass TDS für eine

Beurteilung komplexer Lebensmittel geeignet ist und zwar nicht nur für einen Löffel bzw. Schluck, sondern auch für die gesamte Portion eines Produktes [Pineau & Schlich, 2015].

1.2.3.4. Attribute

Die Auswahl der Attribute für TDS ist sehr kritisch und besonders wichtig, da die Deskriptoren nicht einzeln hintereinander bewertet werden. Die Panelisten müssen sich kontinuierlich zwischen mehreren vorgegebenen Attributen entscheiden, auf diese Weise wird die Auswahl durch die Attributenliste bestimmt. Wörterbücher für die deskriptiven Analysen sind ein guter Ausgangspunkt für eine Diskussion, die stattfinden sollte um die geeigneten Eigenschaften für TDS auszuwählen [Pineau & Schlich, 2015]. Um Fragen bezüglich der Attribute für die TDS- Methode zu beantworten, analysierte Pineau et al. [2012] die verfügbaren 21 TDS- Datensets. Bei kurzen Attributenlisten (<5 Attribute) wurde ein Attribut durchschnittlich für eine Dauer von 8 Sekunden ausgewählt. Bei mittleren Listen haben die Prüfpersonen im Durchschnitt ale 5,5 Sekunden ein Urteil gegeben. Bei Listen mit sehr vielen Deskriptoren konnte beobachtet werden, dass diese nicht optimal genutzt wurden. Die Anzahl der pro Evaluierung ausgewählten Attribute lag durchschnittlich bei 4 und war relativ stabil und unabhängig von der Länge der Attributenliste. Deswegen wird es empfohlen, eher kürzere bzw. mittlere Listen mit 8-10 Attributen zu verwenden und mehr Zeit in die Auswahl und die Definitionen zu investieren, um eine gute Qualität der Daten zu gewährleisten. Die Reihenfolge der Attribute sollte ebenfalls in Betracht gezogen werden, da die Eigenschaften, die oben auf der Liste stehen tendenziell früher ausgewählt werden als diejenigen die sich im unteren Bereich befinden. Um solches Bias zu verhindern, sollte die Reihenfolge unter den Panelisten randomisiert werden. Sollen verschiedene Kategorien von sensorischen Attributen bewertet werden z.B. Textur und Geschmack, so ist es zu empfehlen separate Testläufe für die einzelnen Kategorien durchzuführen. Eine kombinierte Session kann jedoch gut geeignet sein, um Zusatzinformationen zu erhalten [Pineau et al., 2012].

1.2.3.5. Das sensorische Panel und Anzahl der Testläufe

Um gute Ergebnisse zu erhalten ist ein Paneltraining besonders wichtig. Die Panelisten sollten mit der Attributenliste vertraut werden. Die Definitionen der einzelnen Attribute sollten deutlich und verständlich kommuniziert werden um Missverständnisse in der

Bedeutung zu minimieren. Da TDS computergestützt durchgeführt wird, müssen die Prüfpersonen zusätzlich mit dem Computerprogramm vertraut werden. Je länger das Training dauert, desto besser ist die Leistung der Panelisten und im Folge dessen werden bessere Ergebnisse erhalten. Die Panelgröße und die Anzahl der Testläufe (Sessions) stehen in einer Beziehung (Tabelle 1). Generell lässt sich behaupten, wenn weniger Panelisten zur Verfügung stehen, sollten mehrere Sessions durchgeführt werden und umgekehrt [Pineau & Schlich, 2015; Schlich & Pineau 2017].

Anzahl der Wiederholungen	Minimale Anzahl der Panelisten	Minimale Anzahl der Evaluierungen
1	30	30
2	16	32
3	12	36
4	10	40

Tabelle 1: Vorschlag für die Anzahl der erforderlichen Panelisten in Abhängigkeit von der Anzahl der Wiederholungen. Modifiziert nach [Pineau & Schlich, 2015].

1.2.3.6. Datenerfassung und Auswertung

Die Datenerfassung erfolgt ebenfalls am Computer. Die Rohdaten sind eine Abfolge von Attributen, die über die gesamte Prüfdauer ausgewählt wurden. Um die erworbenen Daten zu visualisieren und zusammenzufassen werden meistens TDS- Kurven erstellt, wobei jedes Attribut einzeln berücksichtigt wird. Die Abbildung 2 zeigt die Aufbereitung der Daten für die TDS- Kurven Erstellung. Die X- Achse einer TDS- Kurve repräsentiert die Zeit in Sekunden und die Y-Achse die Dominanzrate (DR in %). Die Dominanzrate gibt den prozentuellen Anteil der Panelisten an, die zu einem gegebenen Zeitpunkt ein Attribut als dominant gewählt haben. Hohe DR bedeuten eine gute Übereinstimmung der Panelisten. Eine Standardisierung der TDS- Kurven ist zu empfehlen, wenn es sich um Produkte handelt, die gekaut werden müssen, da sich die Zeiten bis zum ersten Schluck zwischen den Panelisten unterscheiden können. In diesem Fall wird auf der X-Achse die prozentuelle Testdauer vom Beginn (x=0) bis zum Ende (x=100) der Evaluierung angezeigt [Pineau & Schlich, 2015].

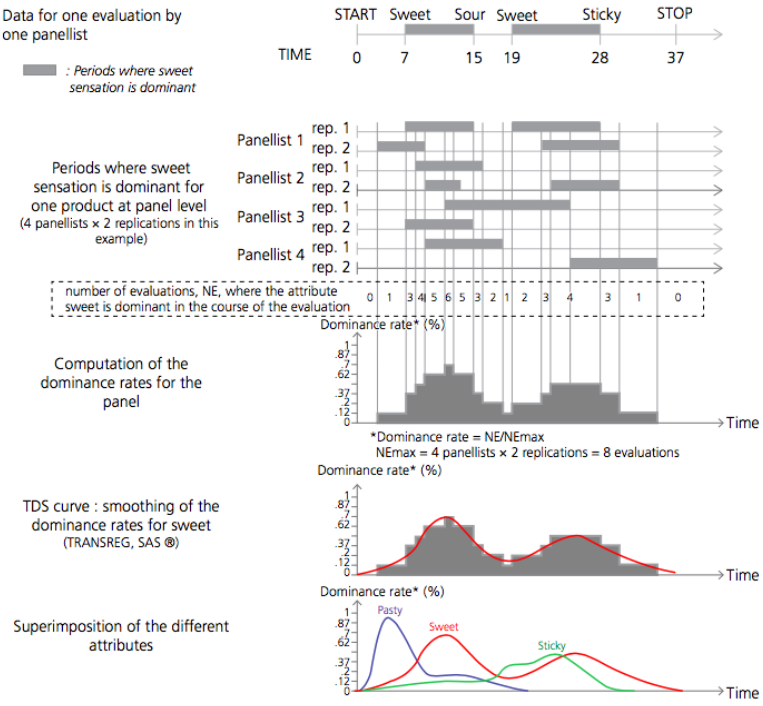


Abbildung 2: Daten- Verarbeitung zur Erstellung der TDS- Kurven [Pineau et al., 2009].

Um zusätzliche Informationen von den TDS- Kurven ablesen zu können, werden zwei Linien eingetragen. Die erste Linie repräsentiert das „chance level“ mit dem Wert p0 und errechnet sich durch 1/k, wobei k für die Anzahl der Attribute steht. Diese Linie repräsentiert die Dominanzrate, die ein Attribut durch Zufall erreichen kann. Die zweite Linie steht für das „significance level“ und bedeutet die niedrigste DR, die signifikant höher ist als das „chance level“. Somit sind Attribute deren DR über dem „significance level“ liegen als signifikant dominant zu betrachten [Di Monaco et al., 2014; Schlich & Pineau 2017]. Aus der TDS- Kurven können weitere Parameter abgelesen werden (Abb.3). Manche von denen sind für das Vergleichen von TDS- und TI- Ergebnissen geeignet [Pineau & Schlich, 2015; Pineau et al., 2009].

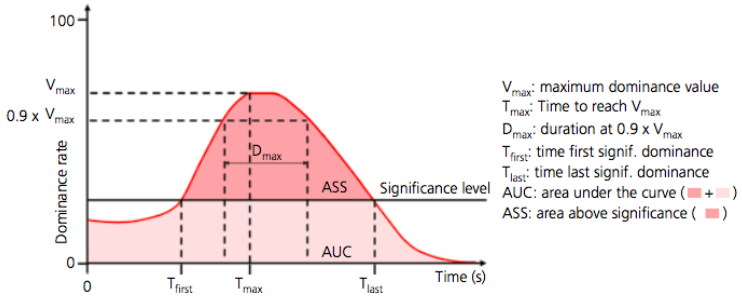


Abbildung 3: Parameter, die von einer TDS- Kurve abgelesen werden können [Schlich & Pineau 2017].

1.3. Emotionen

Emotionen spielen bei Menschen eine wichtige Rolle und wirken sich auf verschiedene Bereiche unseres Alltags aus, dazu gehört auch die Nahrungsaufnahme. In der Vergangenheit hatte die Erforschung der Emotionen einen überwiegend klinischen Charakter. Der Fokus war stark auf die negativen Emotionen gerichtet und eng mit der geistigen Gesundheit assoziiert. In den letzten Jahren ist das Interesse an Emotionen in den Bereichen Sensorik und Konsumverhalten bzw. Konsumentenforschung stark gestiegen [Meiselman, 2015].

Einer der Grundprobleme in der Erforschung von Emotionen ist die Frage: Wie wird eine Emotion definiert? Dies ist nicht nur ein theoretisches Problem, sondern vielmehr ein praktisches, vor allem, wenn verbale Methoden (z.B. Fragebogen) für die Evaluierung angewendet werden. Des Weiteren ist eine Unterscheidung zwischen Emotionen und Stimmungslage (bzw. Laune) erforderlich und auch in diesem Fall leichter in der Theorie als in der Praxis [King und Meiselman, 2010; Meiselman, 2015]. Emotionen können als kurz andauernde intensive und affektive Antworten auf Stimuli, Situationen oder Ereignisse definiert werden, während eine Stimmungslage auch ohne einen offensichtlichen Stimulus vorkommt, über einen längeren Zeitraum aufgebaut wird und länger anhält [Ferrarini et al., 2010; Gibson, 2006].

1.3.1. Emotionen und Lebensmittel

Lebensmittel werden nicht nur anhand vom sensorischen Gefallen ausgewählt. Es ist heutzutage klar, dass zwischen Lebensmitteln und Emotionen eine sehr komplexe Beziehung bzw. Interaktion besteht. Dabei gibt es Lebensmittel die als mehr emotional betrachtet werden wie z.B. Schokolade oder Kaffee und dann solche, die nicht große

Emotionen auslösen (z.B. Karotten, Haferflocken) [Cardello et al., 2012]. Auf der einen Seite, wird die Lebensmittelauswahl, die Menge der aufgenommenen Nahrung sowie die Häufigkeit der Aufnahme stark von Emotionen beeinflusst. Anderseits kann aber auch ein Produkt Emotionen hervorrufen oder auf sie Einfluss nehmen [Canetti et al., 2002; Jager et al., 2014; Köster und Mojet, 2015]. Folgende Faktoren spielen eine Rolle: Hunger, Sättigung, physiologische Belohnungsmechanismen, psychologische Faktoren wie Alter oder Geschlecht, Erwartungen, Erinnerungen, emotionale Bewältigungsmechanismen, soziologische Faktoren sowie Esskultur [Köster und Mojet, 2015]. Desmet und Schifferstein [2008] identifizieren und beschreiben in deren Arbeit 5 mögliche Quellen für die Emotionen, die während des Konsums hervorgerufen werden. Es handelt sich dabei um (1) sensorische Eigenschaften, (2) bereits erlebte Konsequenzen, (3) erwartete Konsequenzen, (4) persönliche oder kulturelle Bedeutung und (5) Verhalten der Beteiligten Personen [Desmet und Schifferstein, 2008].

Der Einfluss vorheriger Erfahrungen bzw. von Erinnerungen auf die emotionale Wahrnehmung eines Produkts, konnte in einer Studie von Cardello et al. [2012] gezeigt werden. Es wurde eine unterschiedliche emotionale Reaktion auf das evaluierte Produkt als auf den Produktnamen betrachtet. Das heißt, Produktnamen können Erinnerungen hervorrufen. Wird dieses Produkt konsumiert und es wurde anders zubereitet oder besitzt eine leicht abweichende Zusammensetzung (z.B. Konkurenzprodukt), ruft es nicht die erwartete idealisierte Erfahrung hervor. Aufgrund dessen kann v.a. bei stark emotionalen Lebensmitteln die emotionale Reaktion auf das getestete Produkt schwächer sein als die auf den entsprechenden Produktnamen [Cardello et al., 2012]. Der Beweggrund für den Konsum eines Produkts gehört auch zu den einflussnehmenden Faktoren und unterscheidet sich bei den einzelnen Individuen. Dies ist auch der Fall beim Kaffee. Während die Einen den Kaffee aus hedonischen Gründen, d.h. wegen dem sensorischen Genuss konsumieren, ist für die Anderen der funktionelle Aspekt der Stimulation durch Koffein vom Interesse. Je nach dem Grund, aus welchem ein Produkt konsumiert wird, können sich auch die hervorgerufenen Emotionen unterschieden [Labbe et al., 2015].

Somit lässt sich die Aussage formulieren, dass die kurzzeitige, mit dem Produkt zusammenhängende Wahrnehmung nicht alleine den Effekt auf die Emotionen bestimmt, sondern vielmehr ein Ergebnis des Zusammenspiels vieler Faktoren ist.

Das Verständnis dieser Beziehungen ist unter anderem für die Marketingzwecke sowie die Produktentwicklung in der Lebensmittelindustrie vom großen Interesse [Cardello et al., 2012; Gibson, 2006; King und Meiselman, 2010]. Um die Akzeptanz zu verbessern und das Konsumverhalten besser zu verstehen, ist es notwendig die Emotionen zu identifizieren und zu messen, die während des Konsums eines bestimmten Produkts hervorgerufen werden. Für eine Reihe an Produkten wurden bereits Lexika mit Emotionen bzw. Emotionen beschreibenden Adjektiven erstellt.

Wein:

Ferrarini et al. [2010] führte eine Studie mit italienischen Weinkonsumenten durch, um eine Liste an emotionalen Adjektiven zu erstellen, die spezifisch für den Weinkonsum geegnet ist. Das Resultat ist eine Liste mit 16 Emotionen (Tab. 2).

Bier:

Chaya et al. [2015] erstellte mit Hilfe von Gruppeninterviews und Clusteranalyse ein Lexikon für spanische Bierkonsumenten. Untersucht wurden 10 Lager- Biere mit unterschiedlichen sensorischen Eigenschaften. Das Lexikon enthält 44 Begriffe und wurde später von Mora et al. (2019) überarbeitet (Tab. 2).

Schokolade:

In einer interkulturellen Studie (asiatische und nicht asiatische Studienteilnehmer) verfasste Gunaratne et al. [2019] mit Hilfe der CATA- Methode ein emotionales Lexikon für den Schokoladenkonsum. Die Emotion, die bei beiden evaluierten Gruppen die höchste Frequenz gezeigt hatte (71% in der nicht asiatischen und 54% in der asiatischen Gruppe) war “Vergnügen“ (Tab. 2).

Kaffee:

Bhumiratana et al. [2014] entwickelte ein für Kaffee relevantes Lexikon mit Emotionen. Es wurden 44 Emotionen identifiziert, die für die Beschreibung des Kaffeekonsums von Bedeutung sind, davon waren 27 spezifisch mit Kaffee assoziiert und 17 allgemein mit Nahrungsaufnahme (Tab. 2).

Die Tabelle 2 bietet einen kurzen Überblick über die produktspezifischen Emotionen.

Produkt	Emotionen (vom Englischen übersetzt)
Wein [Ferrarini et al., 2010]	Amüsant, glücklich, euphorisch, erfreut, begeistert, leidenschaftlich, interessant, elegant, neugierig, begehrenswert, friedlich, angenehm, aggressiv, überwältigend, ekelerregend, langweilig
Bier [Chaya et al., 2015]	Verärgert, authentisch, gelangweilt, klassisch, enttäuscht, aufgeregt, freundlich, nostalgisch, angenehm, entspannt, zufrieden, unmotiviert, traditionell usw.
Schokolade [Gunaratne et al., 2019]	Vergnügt, angenehm, zufrieden, glücklich, behaglich, schuldig, entspannt, energetisch, interessiert, aktiv usw.
Kaffee [Bhumiratana et al., 2014]	aktiv, gelangweilt, enttäuscht, angewidert, energetisch, zufrieden, glücklich, energetisch, behaglich, friedlich, schuldig usw.

Tabelle 2: Übersicht von produktspezifischen Emotionen bzw. emotionalen Adjektiven (eigene Tabelle).

1.3.2. Das Bewerten und Messen von Emotionen

Das Messen von Emotionen ist keine leichte Aufgabe. Wie bereits erwähnt, beginnt die Problematik bereits mit der Frage: wie werden Emotionen definiert? Eine weitere Herausforderung bei der Planung einer Studie, die sich mit Emotionen befasst, ist die Auswahl einer geeigneten Methode. Zu guter Letzt muss auch die Frage beantwortet werden, wann die Emotionen evaluiert werden sollen: (1) vor dem Konsum, (2) während des Konsums, (3) unmittelbar nach dem Konsum oder (4) lange nach dem Konsum. Für die Sensorik- bzw. Konsumentenforschung ist es am sinnvollsten, die Emotionen während oder direkt nach dem Verzehr zu erfassen [Meiselman, 2015]. Des Weiteren kommt die Frage auf, sollen Emotionen in Labors gemessen werden? Die Probanden befinden sich während der Verkostung unter nicht üblichen Bedingungen (z.B. essen alleine, befinden sich in einer Kabine des Sensoriklabors). Es ist noch unklar, in wieweit sich der Kontext bzw. die gegebene Situation und Umgebung auf die Emotionen der Testpersonen auswirkt [Köster & Mojet, 2015].

Methodenübersicht:

Für die Bewertung der Emotionen steht eine Reihe von Methoden zur Verfügung [Köster & Mojet, 2015]:

1. Verbale direkte explizite Messung: dabei handelt es sich um am meisten verwendete Methode. Die Testpersonen verkosten ein Produkt und berichten über Emotionen. Es werden Fragebögen bzw. Emotionslexika zur Verfügung gestellt. Bei z.B. Profile of Mood States (POMS) oder Multiple Affect Adjective Check List (MAACL) handelt es sich zwar um standardisierte Fragebögen, diese sind aber überwiegend für klinische Forschungsumgebung und weniger für die Anwendung bei Konsumenten geeignet [King & Meiselman, 2010].
2. Nicht verbale explizite Messung: ein Beispiel ist das PrEmo (Product Emotion Measuring), eine Methode die Cartoon- Figuren verwendet. Diese Methode ist für Testpersonen aus verschiedenen Kulturen geeignet, da Emotionen anhand von Gesichtsausdruck oder/ und Gestik erkannt werden können. Bei Noldus FaceReader handelt es sich um eine Methode, die die Gesichtserkennung und somit die Emotionenerfassung ermöglicht.
3. Implizite Messung: eine Anzahl an indirekten physiologischen Methoden, die durch Messung von z.B. Herzfrequenz oder Blutdruck sowie Pupillometrie Rückschlüsse auf die Emotionen erlauben.

Fragebögen:

Die verbalen Methoden sind die gängigsten in der Erforschung von Emotionen. Dazu gehören vor allem Fragebögen, Emotionslisten und Emotionslexika. Ein breites Spektrum von Emotionen bzw. emotionsbezogenen Begriffen (Tab. 3) kann in einem Emotionslexikon oder Fragebogen enthalten werden. Die Anzahl variiert normalerweise zwischen 20-40 [Jaeger et al., 2013].

Begriffsgruppe	Beispiele
Grundemotionen	Angst, Scham, Eifersucht, Traurigkeit, Wut
Emotionen mit physiologischem Aspekt	Nervosität, energetisch, angespannt, aufmerksam, stimuliert
Emotionsähnliche Erfahrungen	Enttäuschung, Furcht, Inspiration, Mitleid, Respekt
Emotionsähnliche Persönlichkeitseigenschaften	Selbstbewusst, unerfüllt, hilfslos, ermutigt, sexy, warmherzig

Tabelle 3: Auswahl von verschiedenen Emotionen und emotionsbezogenen Begriffen, die eine Anwendung in Fragebögen bzw. in den Emotionslexika finden. Modifiziert nach [Jaeger et al., 2013].

Diese verbale Methode verfügt über folgende Limitationen bzw. folgende Fragen müssen beantwortet werden [Köster & Mojet, 2015; Meiselman 2015]:

- Können Testpersonen Emotionen identifizieren und verbalisieren?
- Wird die Hilfe von Emotionslisten gebraucht bzw. wie wirken sich diese Vorschläge auf die Testpersonen?
- Übersetzung in andere Sprachen nicht ohne Einbüße in der Bedeutung möglich
- Von wem sollen die Begriffe ausgewählt werden (Konsumenten, Marketingexperten, Produktentwickler, Forscher)?
- Ein Gleichgewicht zwischen positiven und negativen Emotionen sollte gegeben werden
- Die Anzahl der enthaltenen Begriffe. Lange Listen erlauben eine bessere Charakterisierung von Produkten. Kurze Listen stellen für die Konsumenten eine einfachere und schnellere Aufgabe dar.

Einer der Vorteile der Verwendung von vorgegebenen Emotionslexika bzw.-listen, ist deren allgemeiner Charakter und somit die Möglichkeit der Anwendung bei jeder Produktgruppe [Chaya et al., 2015]. Dies ist auch der Fall bei dem von King und Meiselman (2010) entwickeltem Fragebogen mit 39 Emotionen (EsSense®), der für die Anwendung bei Konsumenten geeignet ist und zurzeit eine breite Anwendung in der produktspezifischen Emotionsforschung findet.

1.3.3. Temporal Dominance of Emotions

Bislang wurden Emotionen in der Forschung als ein relativ statisches Phänomen betrachtet. Emotionen sind aber, so wie auch andere Wahrnehmungen, keine einzelnen separaten Antworten auf Stimuli, sondern eine Reihenfolge von dynamischen Ereignissen die sich über die Zeit entwickeln. Statische Beurteilungen von Emotionen zeigen nicht, in welchem Stadium des Konsums welche Emotionen wahrgenommen werden, bzw. welche die erste Emotion nach dem 1.Schluck oder dem Abbeißen ist. Stehen diese Informationen zur Verfügung, kann es hilfreich für die Entwicklung erfolgreicher Produkte für den Markt sein. Somit sollten Emotionen als ein dynamisches Ereignis betrachtet und bewertet werden [Jager, 2016; Silva et al., 2018].

Eine Methode, die die Dynamik der Emotionen berücksichtigt, wurde von Jager et al. [2014] vorgeschlagen. Die Autoren sind davon ausgegangen, dass lebensmittelinduzierte Emotionen ähnliche temporäre Dynamik aufweisen wie die sensorische Wahrnehmung der Lebensmittelattribute. Daher haben sie die TDS- Methode für die Evaluierung von Emotionen angepasst, in dem die sensorischen Attribute eines Lebensmittels durch die emotionalen Deskriptoren ersetzt wurden und nannten diese Methode „Temporal Dominance of Emotions“, kurz TDE [Jager, 2014; Peltier et al., 2019; Silva et al., 2018]. Die emotionale Reaktion wird dabei einige Sekunden nach dem Stimulus evaluiert (d.h. direkt nach dem Konsum), somit stehen die Emotionen deutlich in Verbindung mit dem verzehrten Produkt [Meiselman, 2015]. Zu beachten ist, wie bei TDS basiert auch TDE auf dem Konzept der „Dominanz“. Eine dominante Emotion, ist diejenige, die zu einem bestimmten Zeitpunkt am meisten hervorsticht bzw. am meisten die Aufmerksamkeit auf sich lenkt. Dominanz darf nicht mit der Intensität verwechselt werden.
Es ist möglich Emotionen auch mittels Zeitintensitätstests (Time Intensity) zu bewerten. Bei dieser Methode können nur einzelne Emotionen evaluiert werden, was bei mehreren Attributen sehr zeitintensiv ist. TDE erlaubt es mehrere Deskriptoren (10-12) simultan festzuhalten, was bei komplexen Produkten sehr wichtig ist [Jager, 2016].
In der Studie über Schokolade von Jager et al. [2014] wurde diese Methode zum ersten Mal angewendet. Zuerst wurden die temporären Aspekte der lebensmittelinduzierten Emotionen ermittelt und anschließend wurde die Beziehung zwischen TDS und TDE

untersucht. 62 nicht trainierte Probanden bewerteten 5 am Markt erhältliche dunkle Schokoladen der Marke Lindt. Bei den Proben handelte es sich um zwei reine dunkle Schokoladen mit verschiedenem Kakaoanteil (70% und 85%) und drei dunkle aromatisierte Produkte (Heidelbeere, Orange, Minze).

Da genau wie bei TDS auch bei TDE die Auswahl der geeigneten emotionalen Attribute von großer Bedeutung ist, wurden diese sorgfältig festgelegt. Durch Literaturrecherche wurde eine Vorauswahl von passenden Emotionen (18) getroffen. Diese wurden im Rahmen eines Pre- Tests mit Hilfe der CATA- Methode (Check- All- That- Apply) reduziert. Folgende 10 emotionale Deskriptoren wurden für die Durchführung ausgewählt (höchste Frequenz): aggressiv, gelangweilt, ruhig, energetisch, schuldig, glücklich, interessiert, liebevoll, nostalgisch und vollkommen. In Form von Listen wurden die Emotionen, zusammen mit einer Beschreibung der Bedeutung, den Probanden zur Verfügung gestellt. Für die Evaluierung der sensorischen Eigenschaften mittels TDS wurden durch das selbe Verfahren 10 Attribute ausgesucht. Nach einem kurzen Video zum Ablauf und einem Testlauf wurde zuerst TDE und im Nachhinein TDS durchgeführt [Jager, 2014].

Es konnten Unterschiede in den Dominanzkurven zwischen den einfachen und aromatisierten Schokoladenproben erkannt werden. Die nichtaromatisierten Proben wurden mit den Emotionen gelangweilt, ruhig, aggressiv und energetisch assoziiert. Während die aromatisierten Proben mit den Emotionen interessiert, glücklich, energetisch, ruhig und liebevoll in Zusammenhang gebracht wurden. Um die Beziehung zwischen TDS und TDE zu ermitteln, wurden die Dominanzkurven visuell betrachtet und auf ähnlichen Verlauf bzw. Muster untersucht. Die Abbildung 4 zeigt die TDS- und TDE-Dominanzkurven der Probe mit 70% Kakaoanteil nebeneinander an. Positive Emotionen wie glücklich, liebevoll und interessiert wurden in Zusammenhang mit den sensorischen Attributen süß und fruchtig gebracht. Der bittere Geschmack und Kakaogeschmack wiesen eine ähnliche Dynamik auf, wie die Emotionen ruhig und gelangweilt. Der Flavour nach Minze korrespondierte mit den Emotionen energetisch und nostalgisch. Im Generellen wurde beobachtet, dass die Dominanzdauer der Emotionen länger als die der sensorischen Attribute war. Dies könnte bedeuten, dass die Wahrnehmung von lebensmittelassoziierten Emotionen langsam und beständiger ist als die der sensorischen Eigenschaften [Jager, 2014].

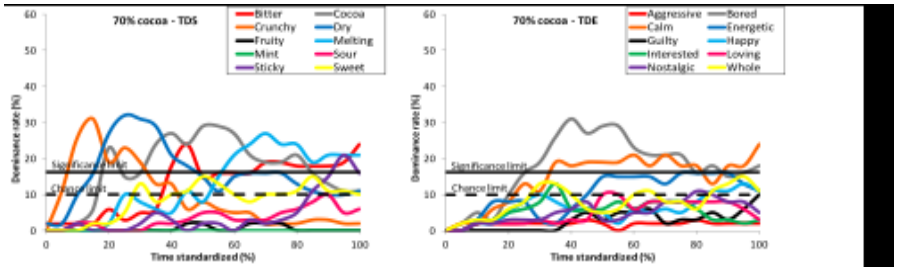


Abbildung 4: TDS und TDE- Kurven einer Schokoladenprobe [Jager, 2014].

Folgende Beispiele liefern einen kurzen Überblick über die weiteren möglichen Anwendungen von TDE, welche kürzlich in der Literatur präsentiert wurden.

Silva et al. [2018] untersuchte mittels **TDE in einem echten Kontext** die mit Wein assoziierten Emotionen. Zwei Weißweine eines portugiesischen Produzenten, mit sehr ähnlichen Eigenschaften (Herstellungsprozess, Rebsorte), wurden von 69 untrainierten Testpersonen evaluiert. Die Verkostung (multiple sip Methode) hat an runden Tischen in einer Weinbar stattgefunden, um eine möglichst natürliche Konsumsituation zu gewährleisten. Die Evaluierung am Computer wurde von jedem Panelist einzeln durchgeführt. Erkennung von kleinen subtilen Unterschieden mit der TDE- Methode war möglich. Für beide Weine wurden folgende 3 Emotionen identifiziert: entspannt, zufrieden und getröstet [Silva et al., 2018].

Merlo et al. [2019] verwendete in seiner Studie die TDE- Methode um die Dynamik der Emotionen, die aufgrund von **unterschiedlicher Verpackung** während des Konsums eines Hamburgers hervorgerufen wurden. Dieser Versuch basierte auf der Annahme, dass verschiedene Assoziationen zwischen der Farbe und den sensorischen bzw. emotionalen Attributen eines Lebensmittels bestehen. Drei sich farblich unterscheidenden Verpackungen (grün, weiß und rot) wurden für drei identische Burgerproben verwendet. Die Emotionen wurden in allen drei Phasen des Konsums evaluiert, angefangen mit dem Erblicken der Verpackung, über das Auspacken bis zum Verzehr einer Portion dieses Produktes. Die Abbildung 5 stellt eine schematische Darstellung des Versuchsablaufs dar. Die Verkostung hat unter Laborbedingungen stattgefunden, die Probanden erhielten ein kurzes Training und wurden nicht informiert, dass es sich bei den Proben immer um

dasselbe Produkt handelt. Der Einfluss der Farbe auf die Emotionen war in der Anfangsphase des Konsums signifikant. Im Laufe der Evaluierung (spätere Phasen des Konsums) ist die Anzahl an dominanten Emotionen aufgrund von sensorischen Eigenschaften gestiegen und es konnten folgende 4 positive Emotionen identifiziert werden: enthusiastisch, angenehm, glücklich und zufrieden [Merlo et al., 2019].

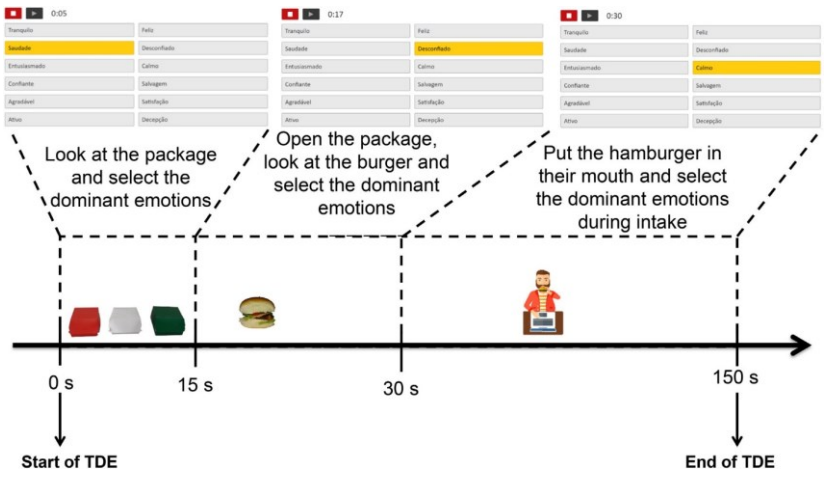


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Evaluierungsprotokols [Merlo et al., 2019].

Peltier et al. [2019] schlägt in seiner Arbeit eine neue Anwendung von TDE vor, bei der die Emotionen, die während des Anschauens von **Produktwerbungen** entstehen, evaluiert werden. Die in TDE bzw. TDS nicht trainierten Testpersonen, darunter auch Nichtkonsumenten von Kaffee, erhielten per Email drei verschiedene Video- Werbungen von Nespresso. Die Bewertung fand am Computer von zu Hause aus statt und zusätzlich zu TDE wurden auch Markenimage und Kaufabsicht erfasst. Die zur Auswahl stehenden Emotionen wurden verbal (Emotionsbegriffe) und mittels Emoticons (Abb. 6) den Probanden präsentiert. Folgende emotionalen Attribute wurden enthalten: Vorfreude, Freude, Vertrauen, Überraschung, Wut, Traurigkeit, Angst, Abneigung und auch „keine Emotion“. Die erste Emotion wurde durchschnittlich nach 10,8 s gewählt, was mit dem Anfang, der in der Werbung enthaltenen Geschichte einhergeht und pro Werbung wurden im Durchschnitt drei Emotionen ausgewählt. Die Dominanzkurven und die Szenen aus der Videowerbung konnten in Beziehung gebracht werden [Peltier et al., 2019].

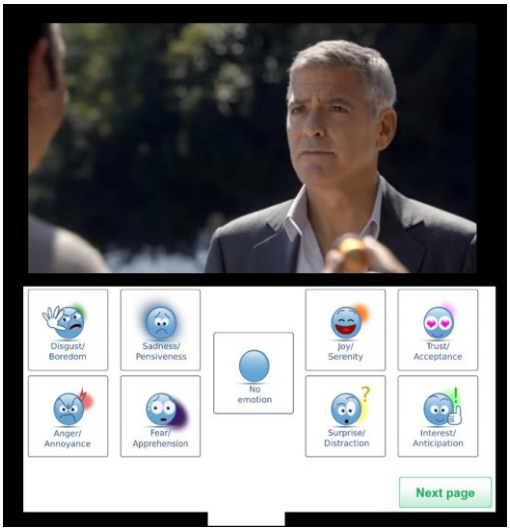


Abbildung 6: Beurteilung der Emotionen während einer Videowerbung [Peltier et al., 2019].

2. Material und Methoden

2.1. Material

Um ein möglichst breites Flavourspektrum eines so komplexen Produkts wie der Kaffee zu erfassen, wurden für die sensorischen Analysen die beiden Arten Arabica und Robusta gewählt. Der Arabica- Kaffee wurde durch Bohnen aus Äthiopien (Gegend Sidamo) vertreten und der Robusta- Kaffee stammte aus Madagaskar. Die reinen Proben (100% Arabica und 100% Robusta) wurden von Prof. Edelbauer von dem Institut für Kaffee-Experten- Ausbildung (1130 Wien, Hofwiesengasse 48) zur Verfügung gestellt. Die Kaffeebohnen wurden am 29.5.2017 unter identischen Bedingungen geröstet und vakuumverpackt, um eine hohe Qualität zu gewährleisten. Am Institut für Ernährungswissenschaften wurde der Kaffee verschlossen und an einem dunklen Ort gelagert.

Für die Zubereitung der Kaffeeproben wurden folgende Geräte verwendet:

- Papierfilter der Marke Mellita 1x4
- Eine elektrische Kaffeemühle der Marke Gastroback (Abb. 7). Mit dieser wurden alle Proben frisch am Tag der Zubereitung in erforderlicher Menge gemahlen. Der Mahlgrad wurde für jede Evaluierung und beide Kaffeearten gleich eingestellt.
- Zwei idente Filterkaffeemaschinen der Marke Philips (Abb. 8). Jede der Kaffeemaschinen war während der gesamten Studie jeweils nur einer Kaffeeart zugeordnet.

Abbildung 7: Elektrische Kaffeemühle (eigene Abbildung)

Abbildung 8: Filterkaffeemaschinen (eigene Abbildung)

Für die Beurteilung am Computer wurde jeder Kaffeeprobe ein zufälliger, dreistelliger Zahlencode mit Hilfe von Sensorik- Software FIZZ zugewiesen (Tab. 4).

Kaffeeprobe	TDS	TDE
Arabica ohne Zucker	389	818
Arabica mit Zucker	905	654
Robusta ohne Zucker	502	277
Robusta mit Zucker	276	031

Tabelle 4: Zahlencodierung der Kaffeeproben bei TDS und TDE (eigene Tabelle).

2.2. Methoden

2.2.1. Auswahl der Methoden

Das Ziel der sensorischen Analyse war es, den zeitlichen Verlauf der produktspezifischen Attribute und Emotionen während des Konsums zu erfassen. Für die Analyse der sensorischen Eigenschaften der Kaffeeproben wurde die „Temporal Dominance of Sensations“ (TDS) Methode nach Pineau et al. [2009] angewendet. Als Vorlage für die Beurteilung der Emotionen diente die Arbeit von Jager et al. [2014] und die von ihm vorgeschlagene „Temporal Dominance of Emotions“ (TDE) Methode wurde verwendet.

2.2.2. Auswahl der sensorischen Attribute

Die für die sensorische Analyse von Kaffee relevanten Attribute wurden der Literatur entnommen [Bhumiratana et al.,2011; Chambers et al., 2016; Seo et al., 2009]. Um eine Differenzierung zwischen Arabica und Robusta zu ermöglichen, wurden unter anderem auch Deskriptoren ausgesucht, die charakteristisch für die jeweilige Art sind. Die Liste enthielt folgende 9 Attribute: süß, bitter, sauer, brew- like, Röst- flavor, fruchtig, erdig, rauchig, grasig und adstringierend. Die Ergebnisse eines Pre- Tests haben gezeigt, dass eine Reduktion der Attributennzahl notwendig ist. Die ungeschulten Panelisten waren mit so vielen Attributen überfordert und konnten diese voneinander nicht trennen. Es wurden folgende allgemein für den Kaffee charakteristischen sensorischen Deskriptoren gewählt: süß, bitter, sauer, Röst- Flavor, adstringierend (Tab. 5).

Attribut	Definition
Süß	Intensität des süßen Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Saccharose- Lösung
Bitter	Intensität des bitteren Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Koffein- Lösung
Sauer	Intensität des sauren Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Zitronensäure- Lösung
Röst- Flavour	Flavour assoziiert mit Produkten, die bei hohen Temperaturen trocken erhitzt wurden, Flavour nach frisch geröstetem Kaffee.
Adstringierend	Beurteilung des Vorhandenseins eines zusammenziehenden, trockenen, speichelarmen Mundraumes (z.B. nach dem Trinken vom starken schwarzen Tee)

Tabelle 5: Übersicht der ausgewählten sensorischen Attribute und deren Definitionen [Bhumiratana et al.,2011; Chambers et al., 2016; Seo et al., 2009; Majchrzak & Schlinter- Maltan, 2018]

2.2.3. Auswahl der Emotionen

Für die Auswahl der Emotionen, die bei dem Konsum von Kaffee eine Rolle spielen, war die Literaturrecherche [Bhumiratana et al., 2014; King und Meiselman, 2010; Labbe et al., 2015] nicht ausreichend. Eine Reihe von Vorverkostungen und Pre- Tests war erforderlich, um sich für die geeigneten Emotionen zu entscheiden. Als Basis wurde die Arbeit von King und Meiselman [2010] verwendet, die sich mit der Methode beschäftigten, die eine Erfassung der Emotionen während des Lebensmittelkonsums ermöglicht. Die Auswahl der emotionalen Deskriptoren wurde mittels der CATA-Methode durchgeführt. Eine Liste von 39 Emotionen wurde der Arbeit von King und Meiselman [2010] entnommen und den Testpersonen in der Form eines Fragebogens präsentiert (Anhang 1). Die Probanden hatten die Aufgabe, während des Kaffeekonsums alle Emotionen anzukreuzen, die sie in dem Moment empfunden haben. Dieser Pre- Test wurde sowohl mit beliebigem Kaffee in alltagsüblicher Umgebung als auch unter kontrollierten Bedingungen im Sensoriklabor mit den für die Studie vorgesehenen Kaffeeproben durchgeführt. Mit Hilfe der CATA- Methode konnten die zehn am häufigsten gewählten Kaffee- bezogenen Emotionen identifiziert werden, diese waren: aktiv, ruhig, angewidert, angenehm, interessiert, befriedigt, lustlos, freudig, freundlich

und besorgt. Die Ergebnisse des Pre-Tests haben gezeigt, dass das ungeschulte Panel mit 10 Emotionen überfordert ist. In einer Besprechung im Rahmen einer kleinen Fokusgruppe wurde von den Panelisten kommuniziert, dass manche der Emotionen als Synonyma betrachtet bzw. falsch verstanden wurden. Somit war auch im Falle der TDE-Methode eine Reduktion auf folgende 5 Emotionen sinnvoll: aktiv, ruhig, zufrieden, enttäuscht und interessiert (Tab. 6).

Emotion	**Definition**
Aktiv Synonym: abenteuerlich, energisch	Körperliche oder geistige Lebenskraft (Elan). Die Leistungsfähigkeit, alles zu schaffen. Sich voller Tatendrang fühlen. Voller Energie sein. Bsp. Wenn ich gut ausgeschlafen bin, fühle ich mich energetisch.
Ruhig Synonym: gelassen, mild, beständig, friedlich	Frei sein von Aufregung und Unruhe. Frei von Aktivitäten, Ablenkungen, Sorgen. Unbeschwert sein. Bsp. Bei Yoga und Meditation fühle ich mich gelassen.
Zufrieden Synonym: befriedigt, angenehm, erfreulich	Keine Wünsche oder Bedürfnisse haben. Sich dankbar fühlen und zufrieden sein. Nichts zu bemängeln haben. Erwartungen wurden erfüllt.
Enttäuscht	Das Gefühl haben, Erwartungen wurden nicht erfüllt. Missfallen empfinden.
Interessiert	Jemandem oder einer Sache freiwillig und gerne Aufmerksamkeit/ Anteilnahme schenken. Sich für ein Thema oder eine Sache stark begeistern.

Tabelle 6: Übersicht der ausgewählten Emotionen und deren Definitionen [Bhumiratana et al., 2014; King und Meiselman, 2010; Labbe et al., 2015].

2.2.4. Feststellen der geeigneten Zuckermenge

Für das Süßen der Kaffeeproben wurde Saccharose (Haushaltszucker) verwendet. Die geeignete Menge musste vor dem Studienbeginn ermittelt werden. Dinella et al. [2013] untersuchte mit verschiedenen Süßungsmitteln versetzte Kaffeeproben mittels TDS. Im Fall von Saccharose wurde eine Menge von 160 mg/ ml (= 8 g/ 50 ml) verwendet, was ungefähr zwei Würfelzucker bzw. zwei kleinen Löffeln für einen kleinen Espresso entspricht. Mit Hilfe der „Just about right"- Skala ermittelte Moraes et al. [2010] die

geeignete Zuckermenge für Röstkaffee. Sechs verschiedene Saccharosekonzentrationen wurden von 30 Probanden bewertet und als die ideale Menge erwies sich 125 mg/ ml (=6,25 g/ 50 ml). Anhand von diesen Angaben wurde der erste Pre- Test mit Hilfe der „Just about right"- Skala (Anhang 2) mit 15 Testpersonen durchgeführt. Die getesteten Konzentrationen waren 6 g, 5 g und 4 g pro 50 ml Kaffee. Da diese Mengen als zu hoch empfunden wurden (Tab. 7), war eine Reduktion der Saccharosekonzentrationen notwendig. Im zweiten Pre- Test bewerteten 32 Teilnehmer folgende Zuckermengen: 3,5 g, 3,0 g, 2,5 g und 2,0 g. Eine Übersicht über einen Teil der Ergebnisse liefert ebenfalls die Tabelle 7. Die niedrigste Konzentration von 2 g/ 50 ml wurde von 34,4% der Probanden als „genau richtig" empfunden und nur 3,1% empfand sie als „viel zu süß". Somit wurde diese Menge für alle Kaffeeproben in den nachfolgenden Analysen (TDS und TDE) verwendet.

Zuckermenge pro 50 ml Kaffee	**Gerade richtig**	**Viel zu süß**
1.Pre-Test (15 Teilnehmer)		
6,0 g	6,7 %	46,7 %
5,0 g	6,7 %	53,3 %
4,0 g	20,0 %	80,0 %
2.Pre- Test (32 Teilnehmer)		
3,5 g	6,3 %	65,6 %
3,0 g	12,5 %	31,3 %
2,5 g	25 %	21,9 %
2,0 g	34,4 %	3,1 %

Tabelle 7: Ergebnisse der beiden Pre- Tests zur Bestimmung der Zuckermenge (eigene Tabelle).

2.2.5. Zusammenstellung und Schulung des deskriptiven Panels

Die Teilnehmer wurden mittels Aushängen an der Universität Wien, Social Media sowie durch Mundpropaganda angeworben. Dabei stellte ein regelmäßiger Kaffeekonsum das wichtigste Teilnahmekriterium dar und wurde als solches deutlich bereits bei dem Anwerben kommuniziert. Die demographischen Daten und der Kaffeekonsum wurden mittels eines Fragebogens ermittelt.

42 gesunde Probanden mit einem mittleren BMI von 21,58 kg/m^2, 37 Frauen und 5 Männer (Durchschnittsalter 25,7 Jahre) haben verteilt an mehreren Tagen die

Kaffeeproben evaluiert. Laut eigenem Ermessen haben alle Teilnehmer eine normale Geschmacks- und Geruchsempfindung und litten an keinen für die Studie relevanten Allergien.

Wie bei der Studie von Jager et al. [2014] war eine vorhergehende Erfahrung in der sensorischen Analyse keine Voraussetzung für die Teilnahme. Die Schulung des Panels bestand aus einer Vorverkostung des Kaffees unter der gleichzeitigen Verwendung von Referenzprodukten wie Schwarztee (adstringierend) und geröstete Sonnenblumenkerne (Röst- Flavour) und aus einer ausführlichen Erklärung der beiden Analyse- Methoden. Zusätzlich wurde am Anfang eine Probe- Session durchgeführt, während der Fragen und Unklarheiten besprochen werden konnten. Eine detaillierte Besprechung der Attribute und der Emotionen (Anhang 3 und 4) hat ebenfalls im Rahmen der Schulung stattgefunden, da das Verständnis der zu bewerteten Deskriptoren für die eingesetzten Methoden (TDS und TDE) ausschlaggebend ist. Das Konzept der Dominanz wurde den Panelisten klar nach Pineau und Schilch [2015] erklärt. Diese Maßnahmen sollten sicherstellen, dass alle Panelisten mit dem Produkt, den Methoden sowie dem Computerprogramm vertraut sind und die Evaluierung möglichst fehlerfrei verläuft.

2.2.6. Durchführung und experimentelles Design

Die TDS- und TDE- Analysen haben in dem Sensoriklabor des Instituts für Ernährungswissenschaften der Universität Wien (Althanstraße 14, 1090 Wien) stattgefunden. In diesem Raum stehen 10 Kabinen zur Verfügung, die den Normen für das Durchführen von sensorischen Prüfungen entsprechen [DIN EN ISO 8589-10,2014]. Jede Kabine ist mit Waschbecken, Computer, Tageslichtleuchte und Rotlichtleuchte ausgestattet (Abb. 9).

Abbildung 9: Kabine in dem Sensoriklabor des Instituts für Ernährungswissenschaften (eigene Abbildung)

Die Kaffeeproben wurden immer frisch kurz vor der Evaluierung zubereitet. Dafür wurden 80 g frisch gemahlenen Kaffee mit 1000 ml Leitungswasser in einer Filterkaffeemaschine frisch vor jeder Verkostung aufgebrüht [Dinnella et al., 2013; Moraes & Bolini, 2010]. Das fertige Getränk wurde bis zum Zeitpunkt der Analyse in verschlossenen Thermoskannen aufbewahrt um Temperaturverluste sowie große Temperaturschwankungen zwischen den einzelnen Proben zu verhindern. Eine Temperatur von 65°C (Schwankung ± 2°C) wurde angestrebt [Dinnella et al., 2013]. Die für die gesüßten Proben notwendige Zuckermenge (20g/500 ml) wurde dem frischen Getränk direkt nach dem Brühen hinzugefügt und gut umgerührt. Die Proben wurden alle auf einmal in zugedeckten Einmalbechern (Coffee to go- Becher) mit der entsprechenden dreistelligen Zahlenkodierung auf einem Silbertablett serviert (Abb. 10).

Abbildung 10: Darreichung der Kaffeeproben (eigene Abbildung).

Die Menge der zu verkostenden Proben lag bei etwa 30 ml. Die Reihenfolge der Kaffeeproben war unter den Panelisten randomisiert und wurde an dem Computerbildschirm angezeigt. Nachdem die Proben verteilt wurden, wurde die Session mittels Sensorik- Software FIZZ an allen Computern gestartet. Genaue Anweisungen zum Ablauf der Evaluierung wurden am Bildschirm vermittelt (Abb. 11). Wie von Zorn et al. [2014] empfohlen, wurde eine „multiple sip“ TDS- Analyse durchgeführt. Die Panelisten mussten die Probe in drei Schlucken (sips) mit einem Abstand von 20 Sekunden in einer Gesamtzeit von 60 Sekunden bewerten. Die Analyse startete mit dem Betätigen des Start- Buttons am Computer in dem Moment, in dem die Probe (1. Schluck) in den Mund genommen wurde. Die Zeit war einer Countdown- Zeitanzeige am Bildschirm abzulesen. Das Attribut, das in der gegebenen Zeit als dominant empfunden

wurde, wurde mithilfe einer Computermaus angeklickt. Sobald sich das dominante Attribut geändert hat, wurde das entsprechende neue Button betätigt (Abb. 12). Dabei durfte jedes Attribut beliebig oft bzw. gar nicht gewählt werden. Um eine Positions- Bias zu verhindern war eine Randomisierung der Reihenfolge von Attribut- Buttons am Bildschirm notwendig. Ein Pausen- Bildschirm mit einer Zeitangabe wies die Teilnehmer darauf hin, zwischen den einzelnen Proben für eine Minute den Mund mit Wasser und Matzebrot zu neutralisieren. Die Reihenfolge der Analysen wurde anders als bei Jager et al. [2014] gewählt. Zu Beginn wurden die sensorischen Eigenschaften der Proben mittels TDS bewertet und nach einer etwa 15-20 minütigen Pause, in der der Fragebogen zum Kaffeekonsum ausgefühlt wurde, evaluierten die Panelisten die emotionalen Attribute. Diese Reihenfolge wurde gewählt um eine Übermüdung bei der TDS- Analyse zu verhindern, da die Beurteilung der sensorischen Eigenschaften mehr Konzentration beansprucht als die der Emotionen.

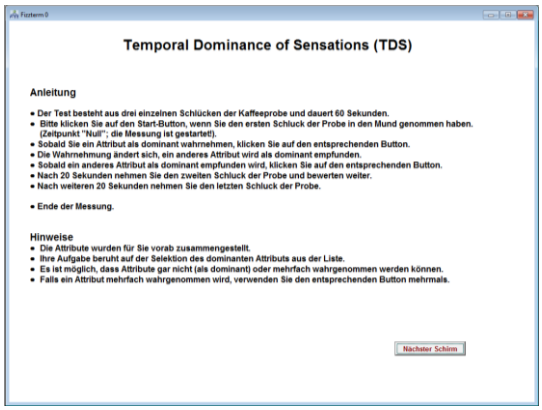


Abbildung 11: Anleitung für die Durchführung von TDS am Computer.

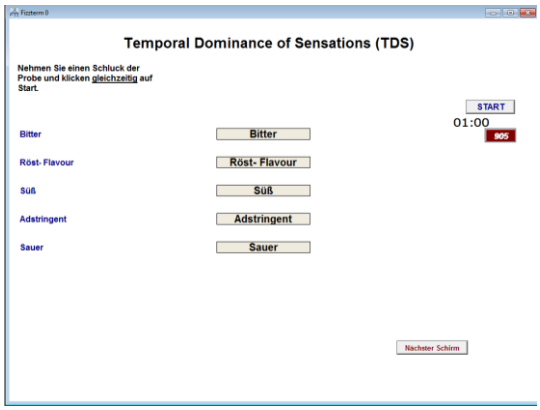


Abbildung 12: Ein Beispiel für die Bewertung einer Probe am Computer mittels des Computerprogramms FIZZ.

2.2.7. Auswertung

Die Datenerfassung und Datenauswertung wurde mittels Sensorikprogramm FIZZ und dem darin enthaltenen Auswertungsprogramm durchgeführt. Die Ergebnisse der einzelnen Evaluierungen wurden jeweils für TDS und TDE zusammengefügt und für das gesamte Panel ausgewertet. Wie bereits im Kapitel 2.2.3.6. erwähnt, wird Anhand der Rohdaten ein Rohdatendiagramm erstellt (Abb. 13), dieser enthält zwar die genauen Dominanzraten, ist aber schwer zu lesen. Um dies zu erleichtern wurde eine Glättung der Kurven (Abb. 14) mittels eines Smoothing- Algorithmus nach Bezier vorgenommen. Da

aus diesen Grafiken keine genauen Dominanzraten mehr abzulesen sind, werden für die Besprechung der Ergebnisse die Dominanzraten und deren genaue Zeitpunkte von den Rohdatentabellen (Anhang 6 und 7) entnommen.

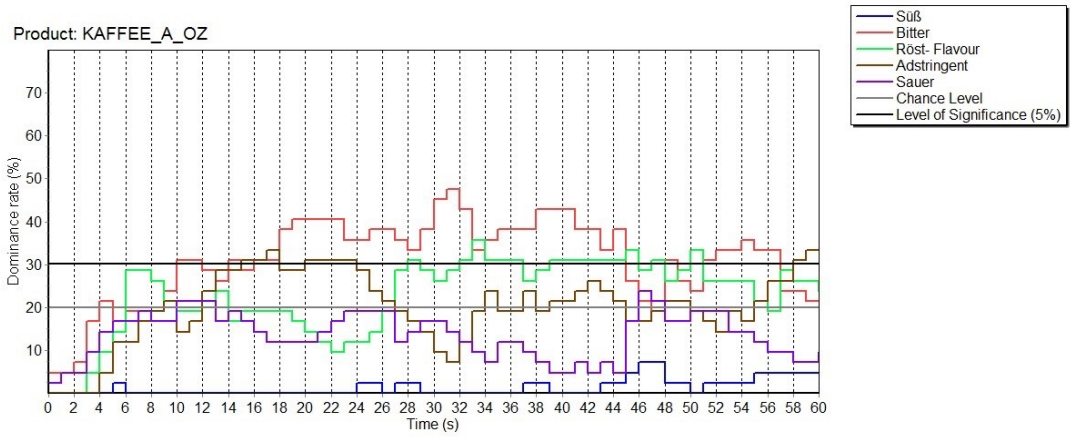


Abbildung 13: Ein Beispiel für eine nicht geglättete TDS- Kurve (Probe: Arabica Kaffee ohne Zucker).

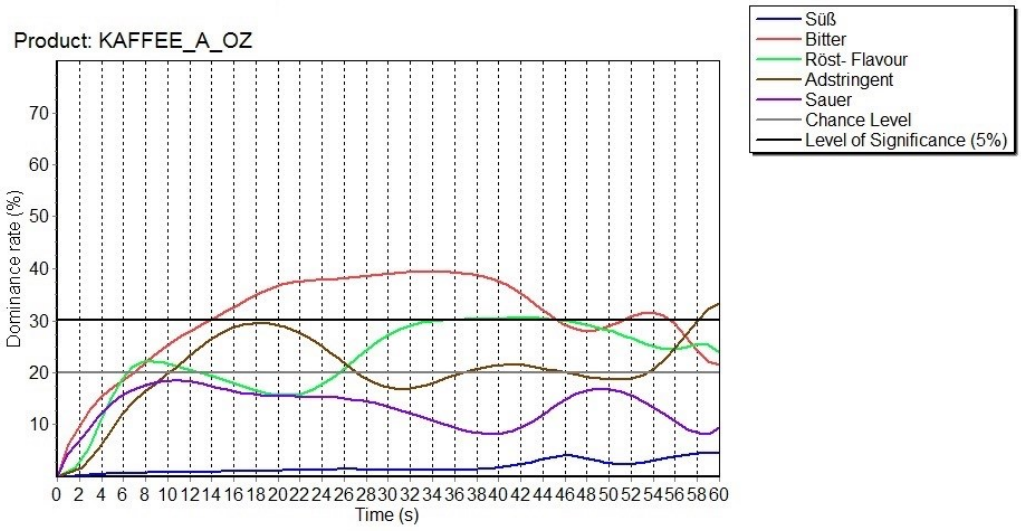


Abbildung 14: Ein Beispiel für eine geglättete TDS- Kurve (Probe Arabica Kaffee ohne Zucker).

Die TDS- bzw. TDE- Kurven stellen die Ergebnisse des gesamten Panels dar. Die Dominanzraten (DR) werden auf der Y-Achse der TDS- bzw. der TDE- Kurve gezeigt und die X- Achse gibt die Zeit in Sekunden an. Die DR drücken in Prozenten aus, wie viele Panelisten zu dem gegebenen Zeitpunkt ein bestimmtes Attribut oder eine

bestimmte Emotion als dominant empfunden haben. Höhere Dominanzraten bedeuten eine gute Übereinstimmung des Panels.
Für die statistische Auswertung der Kurven wurden zwei Levels eingefügt, das „Chance level“ und das „Significance level“.

„Chance level“ = P_0 = entspricht der Dominanzrate, die ein Attribut durch Zufall erreichen kann.

$P_0 = 1/k$ k= Anzahl der Attribute

Bei der vorliegenden Evaluierung der Kaffeeproben wurden 5 Attribute bewertet. Der Wert für das „chance level“ kann wie wie folgt berechnet werden:

$P_0 = 1/ 5 = 0{,}2$ oder auch 20%.

„Significance level“ (5%) = P = ist die minimale Dominanzrate, die ein Attribut erreichen sollte um signifikant höher als P_0 zu sein. Attribute, die das Signifikanzlevel erreichen, werden als signifikant dominant betrachtet.

$$P = P_0 + 1{,}645\sqrt{\frac{P_0\,(1 - P_0)}{n}}$$

n= Anzahl der Evaluierungen
P_0 = „chance level“

[Pineau & Schlich, 2015; Pineau et al., 2009; Schlich & Pineau, 2017].

Bei 42 Panelisten, die jeweils einmal die Proben evaluieren, ergibt sich ein Signifikanzlevel von 0,3; in Prozenten ausgedrückt 30%. Dies bedeutet, dass alle Attribute, die zu einem gegebenen Zeitpunkt eine DR ≥ 30% erreicht haben, von dem Panel als signifikant dominant empfunden wurden.

Die TDS- bzw. TDE- Kurven zeigen die Ergebnisse der einzelnen Proben dar. Für den Vergleich von vier Probenpaaren wurden zusätzlich jeweils für TDS und TDE **Differenzkurven** erstellt. Diese stellen den Unterschied der Dominanzraten zweier Produkte graphisch dar (Abb. 15).

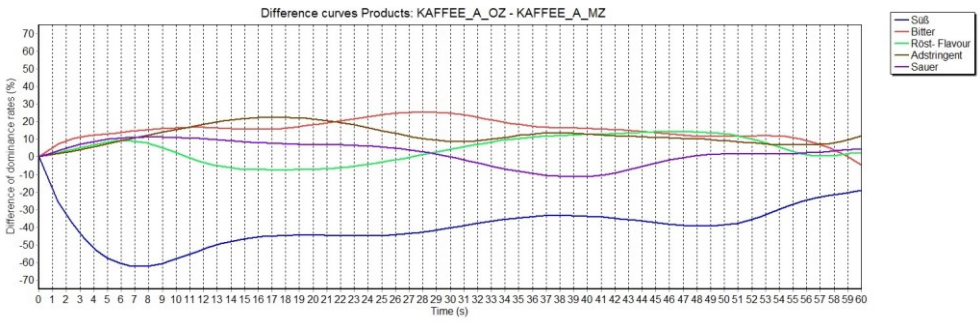


Abbildung 15: Beispiel der Differenzkurven eines Probenpaars.

So wie bei einer normalen TDS- oder TDE- Kurve gibt auch bei den Differenzkurven die Y- Achse die Dominanzrate und die X- Achse die Zeit an. Das „Chance level“ und das „Significance level“ werden nicht angezeigt. Die DR von 0% wird in der Mitte der Graphik angegeben. Die DR- Werte in dem positiven Bereich stehen für das erste Produkt und in dem negativen Bereich der Grafik werden die DR des zweiten Produkts gezeigt [Pineau & Schlich, 2015; Pineau et al., 2009]. Wird als Beispiel die Abbildung 15 betrachtet, so bedeutet es, dass die Probe Arabica mit Zucker (unterer Bereich) während der gesamten Evaluierung süßer empfunden wurde als die Probe Arabica ohne Zucker (im oberen Bereich). Die Attribute *Röst- Flavour* und *sauer* zeigen bei diesem Probenpaar keine großen Unterschiede.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse, der für die Evaluierung der Kaffee- Proben eingesetzten Methoden (TDS und TDE) wurden in der Form von geglätteten Kurven (Smoothing- Algorhithmus nach Bezier) dargestellt. Die Aussagen zu den genauen Zeitpunkten des Überschreitens des „Chance levels“ und des Signifikanzlevels ($p< 0,05$, gilt für Abbildungen 16 bis 23), sowie die genauen Angaben zu den Dominanzraten basieren auf den tabellarischen Rohdaten (Anhang 6 und 7) und sind als solche teilweise in den graphischen Darstellungen nicht erkennbar.

3.1. TDS

Die Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse der TDS- Evaluierung der Probe Arabica- Kaffee ohne Zuckerzugabe. Auf den ersten Blick kann man erkennen, dass bei dieser Probe die *Bitterkeit*, die im Laufe der Evaluierung zwei Mal das Signifikanzlevel ($p< 0,05$) überschritt, dominierte. Das erste Mal in Sekunde 10 mit einer DR von 31% und das zweite Mal (in Sekunde 31) mit der max. Dominanzrate 47,6%. Die TDS- Kurven der Attribute *Röst- Flavour* und *adstringierend* bewegten sich tendenziell zwischen dem Chance- und dem Signifikanzlevel. Das Attribut *Adstringenz* wurde kurz nach dem ersten Schluck signifikant dominant (aufgrund der Glättung nicht sichtbar) und nach dem dritten Schluck in Sekunde 58-60, mit einer max. DR von 33,3%. Ein Anstieg der DR von *Röst-Flavour* war jeweils direkt nach den ersten zwei Schlucken zu beobachten. Die max. DR von 35,7% wurde bei Sekunde 33 verzeichnet. Die Attribute *sauer* und *süß* spielten bei der Arabica-Probe ohne Zucker keine große Rolle und überschritten nicht das Signifikanzlevel. Der saure Geschmack erreichte lediglich laut den Rohdaten das „Chancelevel“ zwei Mal im Laufe der Evaluierung.

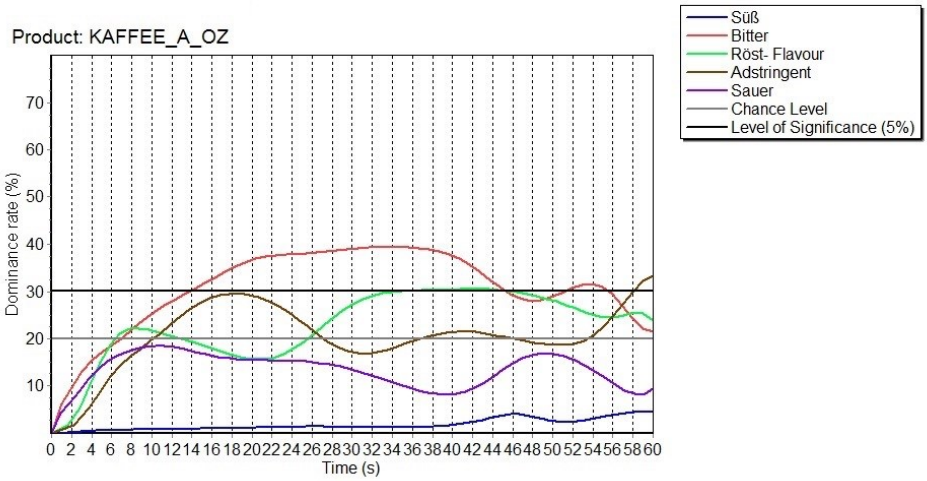


Abbildung 16: TDS- Kurven Arabica- Kaffee ohne Zucker.

In der Abbildung 17 sind die TDS- Kurven der Probe Arabica- Kaffee mit Zucker abgebildet. Es ist eine klare Dominanz des *süßen Geschmacks* während der gesamten Evaluierung sichtbar. Das Signifikanzlevel wurde bereits ab der zweiten Sekunde überschritten. Im Verlauf der Kurve sind drei Peaks zu erkennen, die nach jedem Schluck auftraten. Die höchste DR, die nach dem 1.Schluck zu sehen ist, war gleichzeitig die max. DR und betrug 71,4% (Sekunde 7-9). Die höchste DR nach dem 2.Schluck (Sekunde 23-25) lag bei 54,8% und bei dem 3.Schluck bei 47,6% (Sekunde 47-48). Die sinkenden DR des *süßen Geschmacks* zwischen den einzelnen Schlucken gingen mit dem Anstieg der DR der *Bitterkeit* einher. Die max. DR des *bitteren Geschmacks* lag mit 28,6% unter dem Signifikanzlevel und die Kurve bewegte sich fast die ganze Evaluierung im Bereich des „Chancelevels“. Der Verlauf der Dominanz von *Röst- Flavour* wies drei weniger stark ausgeprägte Peaks auf. Ein DR- Anstieg war im Zeitpunkt der sinkenden DR des *süßen Geschmacks* zu beobachten. Ein leichtes Überschreiten des Signifikanzlevels mit einer max. DR von 33,3% war in Sekunde 14 und 29 nur aus den Rohdaten ersichtlich. Die Dominanzkurven der beiden Attribute *adstringierend* und *sauer* verliefen überwiegend unterhalb des „Chancelevels“. Die *Adstringenz* gewann in den letzten 4 Sekunden der Evaluierung an Dominanz, erreichte aber mit der max. DR von 23,8% nicht das Signifikanzlevel.

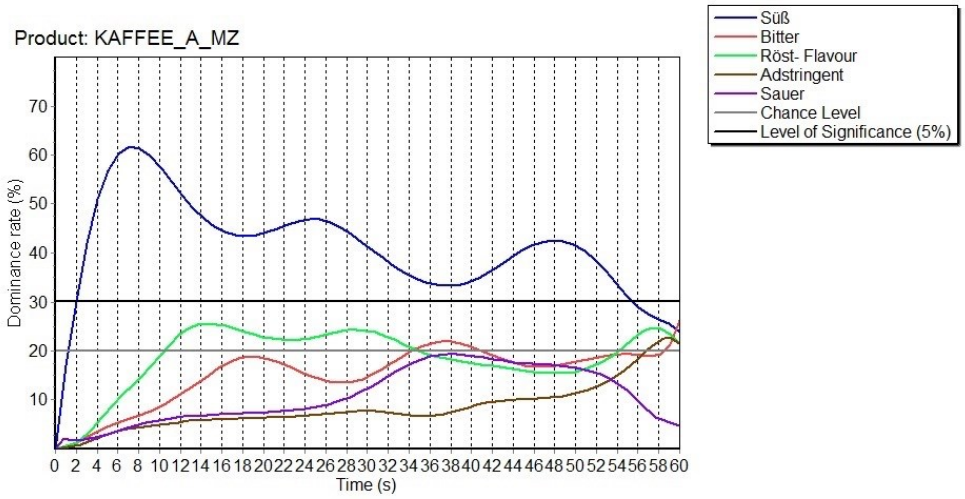


Abbildung 17: TDS-Kurven Arabica- Kaffee mit Zucker.

Von der Abbildung 18 lassen sich die Ergebnisse der Probe Robusta- Kaffee ohne Zuckerzugabe entnehmen. Ähnlich wie bei der Probe Arabica- Kaffee ohne Zucker war auch in Robusta- Kaffee die *Bitterkeit* das am meisten dominante Attribut. Diese Eigenschaft erreichte das Signifikanzlevel drei Mal, in der Sekunde 13-29 mit der max. DR von 42,9%, sowie in Sekunde 36-52 und Sekunde 57-59. Die TDS- Kurve des Attributs *Röst- Flavour* wies in der ersten Hälfte der Evaluierung einen flachen Verlauf leicht über dem Signifikanzlevel (max. DR 33,3%) auf. Die *Adstringenz* war zwei Mal signifikant dominant, das erste Mal bei Sekunde 34-40 mit einer max. DR von 40,5% und das zweite Mal in den letzten 3 Sekunden (DR 33,3%). Die Attribute *süß* und *sauer* haben sich bei dieser Probe als nicht relevant ergeben und lagen unter dem „Chancelevel“ (ausgenommen *sauer*: für 3 Sek. leicht drüber mit einer DR von 26,2% in Sekunde 32).

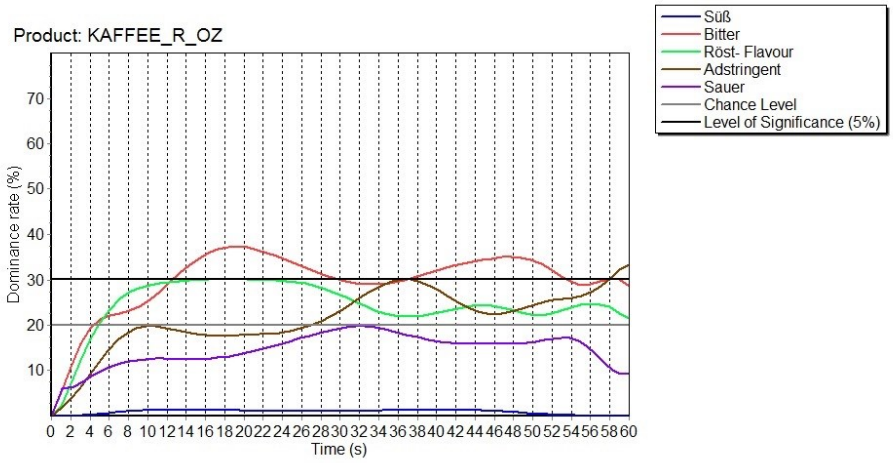


Abbildung 18: TDS- Kurven Robusta- Kaffee ohne Zucker.

Die Abbildung 19 zeigt die TDS- Kurven von Robusta- Kaffee mit Zucker. Wie bereits bei der Arabica- Probe, resultierte die Zuckerzugabe in einer eindeutigen Dominanz des süßen Geschmacks. Die max. DR von 54,8% wurde bereits in der 6. Sekunde erreicht, war aber weniger stark ausgeprägt als bei der Arabica- Probe (max. DR von 71,4% bei Sek. 8). Im Gegensatz zu Arabica lässt sich bei Robusta- Kaffee nach dem zweiten Schluck kein stark ausgeprägter Peak erkennen, ein leichter Anstieg der DR war jedoch sichtbar. Die Dominanzkurve des *Röst- Flavours* erreichte ab Sekunde 7 das „Chancelevel“, und bewegte sich bis ca. Sekunde 30 zwischen dem „Chance- und Significance- level“. Die max. DR von 35,7% hat sogar für 3 Sekunden (24-26 Sek.) das Signifikanzlevel erreicht (nur aus den Rohdaten ablesbar). Die *Adstringenz* gewann auch in dieser Probe erst zur Ende an Dominanz und überschritt bei Sekunde 55 das Signifikanzlevel (max. DR 35,7%). Die Dominanzkurve des *sauren* Geschmacks lag während des gesamten Verlaufs weit unter dem „Chancelevel“.

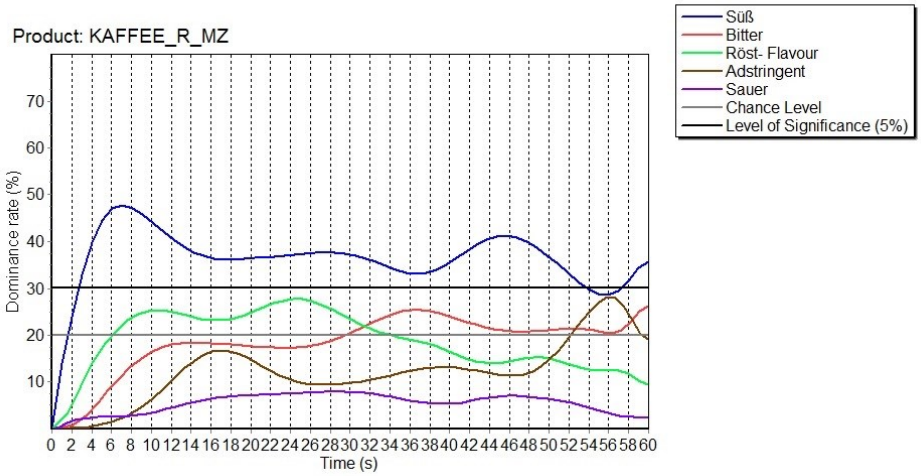


Abbildung 19: TDS- Kurven Robusta- Kaffee mit Zucker.

4.2. TDE

Die Abbildung 20 zeigt den Verlauf der TDE- Kurven von Arabica- Kaffee ohne Zuckerzugabe. Anhand der Grafik kann nur die Emotion *aktiv* als signifikant dominant erkannt werden. Ein starker Anstieg dieser Emotion lässt sich erst nach dem zweiten Schluck beobachten. Das Signifikanzlevel wurde das erste Mal bei Sekunde 27 erreicht. Die max. DR betrug 40,5% und wurde in der Sekunde 38 bis 40 sichtbar. Betrachtet man die Rohdaten, wird auch die Emotion *enttäuscht* als signifikant dominant ersichtlich. Die TDE- Kurve dieser Emotion lag zwei Mal (Sek.7 bis 11 und Sek. 31 bis 35) mit einer max. DR von 33,3% über dem Signifikanzlevel, bewegte sich sonst während der gesamten Evaluierung oberhalb des „Chancelevels“ und knapp unterhalb des Signifikanzlevels. Die Emotionen *zufrieden* und *interessiert* überschritten nur das „Chancelevel“ und erreichen eine max. DR von 28,6%, wobei bei *interessiert* ein Anstieg der DR nach dem 1. (Sek. 4-7) und dem 2. Schluck (Sek. 19-24) zu beobachten war. Die Dominanzkurve des emotionalen Attributs *ruhig* blieb über die gesamte Evaluierungszeit unterhalb des „Chancelevels“.

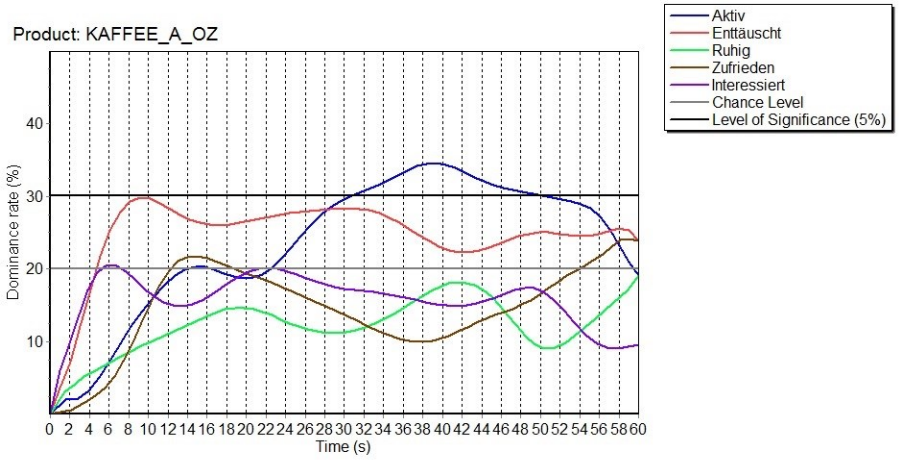


Abbildung 20: TDE- Kurven Arabica- Kaffee ohne Zucker.

Die Abbildung 21 stellt die Ergebnisse des Arabica- Kaffees mit Zucker dar. Es lässt sich beobachten, dass nach der Zuckerzugabe zum Kaffee die Emotion *aktiv* nicht mehr über dem Signifikanzlevel lag, was der Fall bei der Probe ohne Zucker war. Es wurde lediglich das „Chancelevel“ zwei Mal überschritten, das erste Mal bei Sekunde 8 und erneut in Sekunde 22 mit max. DR von 28,6%. Die einzige signifikant dominante Emotion bei der Arabica- Probe mit Zucker war *ruhig*, mit max. DR von 35,7% (Sek. 35-40). Obwohl aus den Rohdaten geht hervor, dass auch die Emotion *zufrieden* für eine kurze Zeit das Signifikanzlevel erreichte und zwar mit einer max. DR von 31% (Sek. 29-31 und 33). In dem Kurvenverlauf von *zufrieden* lassen sich drei Peaks beobachten, 1. Peak in den Sekunden 14-18 (DR bis 26,2%), 2. Peak innerhalb der Sekunden 27-38 (DR bis zu 31%) und 3. Peak mit DR von 28,6% (Sek. 50-60). Die Emotion *enttäuscht* erreichte zwar mehrmals das „Chancelevel“ (max. DR von 23,8%), hat sich aber generell als nicht relevant ergeben. Die Dominanzkurve der Emotion *interessiert* zeigte einen ähnlichen Verlauf wie die Arabica- Probe ohne Zucker, mit max. DR von 26,2%, die zu Beginn der Evaluierung bei Sekunde 8 und 9 erreicht wurde.

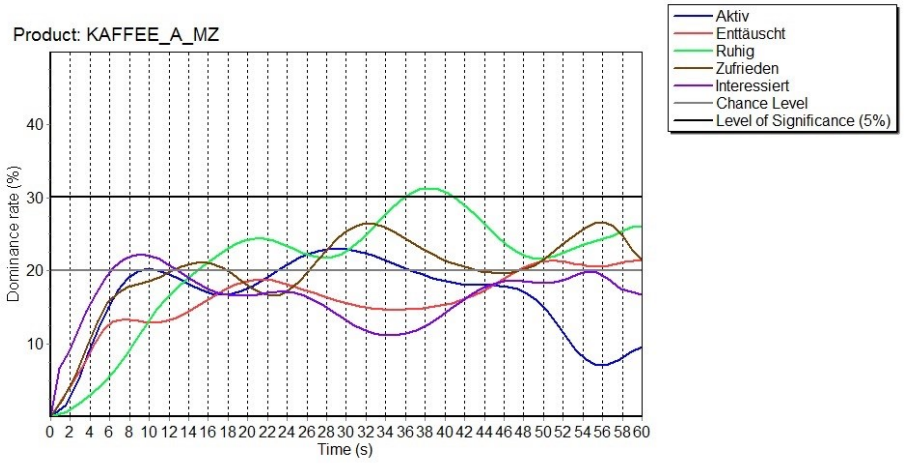


Abbildung 21: TDE- Kurven Arabica- Kaffee mit Zucker.

Die Abbildung 22 zeigt die TDE- Kurven des Robusta- Kaffees ohne Zucker. Es ist deutlich zu sehen, dass die Emotion ***enttäuscht*** die einzige signifikant dominante bei dieser Probe war. Die Dominanzkurve lag ab der Sekunde 5 bis zur Sekunde 40 über dem Signifikanzlevel. Die max. DR betrug 45,2% (Sek.28) und war somit höher als bei dem Arabica- Kaffee ohne Zucker (max. DR 33,3%). Zieht man zur Auswertung die Rohdaten heran, so lässt sich die Emotion *aktiv* mit einer max. DR von 31% auch als signifikant dominant betrachten, allerdings nur für eine Sekunde und spielte daher nicht wirklich eine Rolle. Der Verlauf der Dominanzkurve von *aktiv* lag die meiste Zeit zwischen dem „Chance level“ und dem Signifikanzlevel. Die Emotionen *ruhig* und *interessiert* erreichten das „Chancelevel“ aber nicht das Signifikanzlevel. Die höchsten DR der Emotion *interessiert* lagen am Anfang der Evaluierung vor (Sek.9-19), die max. DR betrug 26,2%. In den Sekunden 51 bis 60 überschritt die Kurve von *ruhig* das „Chancelevel“ und lag mit einer max. DR von 28,6% knapp unter dem Signifikanzlevel. Die Emotion *zufrieden* erreichte zu keinem Zeitpunkt der Evaluierung das Chancelevel.

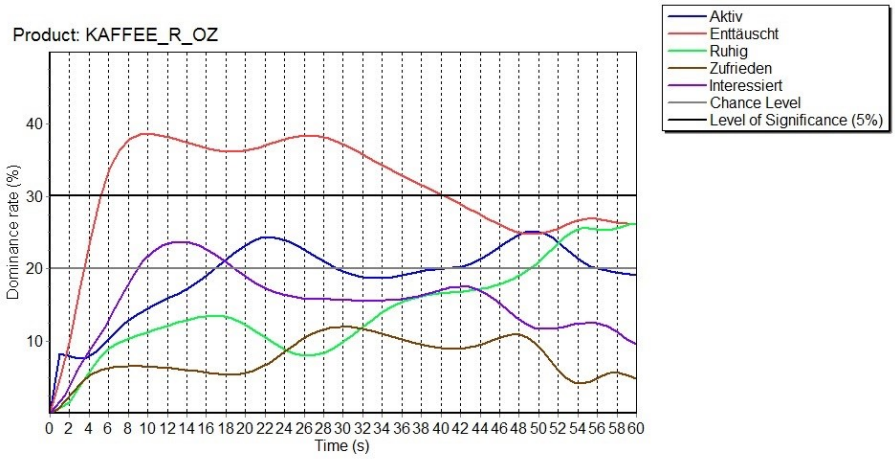


Abbildung 22: TDE- Kurven Robusta- Kaffee ohne Zucker.

Der Abbildung 23 kann man die Ergebnisse von Robusta- Kaffee mit Zucker entnehmen. Werden nur die Kurven betrachtet, so lassen sich bei dieser Probe die Dominanzen nicht so klar erkennen, da keine der Kurven das Signifikanzlevel während der Evaluierung überschritt und alle bewegten sich in einem relativ engen DR- Bereich um das „Chancelevel“, außer der Emotion *ruhig.* Diese erreichte laut den Rohdaten sogar für 4 Sekunden (Sek.17-20) das Signifikanzlevel mit einer max. DR von 31%. Auch von den Rohdaten ist zu entnehmen, dass die DR der Emotion *zufrieden* das Signifikanzlevel erreichte (max. DR 31%, Sek.28). Meistens lagen die Werte nur über dem „Chancelevel“, waren aber höher im Vergleich zum Robusta- Kaffee ohne Zucker (max. DR 16,7%). Die DR von *enttäuscht* wiesen deutlich niedrigere Werte (max. DR 28,6%, Sek. 8) auf, als in der Probe Robusta mit Zucker, bei der sie über dem Signifikanzlevel lagen. Das Attribut *aktiv* erreichte erst am Ende der Evaluierung für mehrere Sekunden das „Chancelevel“ (Sek. 47-60, max. DR 28,6%). Die Dominanzkurve der Emotion *interessiert* überschritt das „Chancelevel“ zwei Mal, zwischen den Sekunden 6 bis 20 und dann erneut zwischen den Sekunden 33 bis 44. Die max. DR lag bei 28,6%.

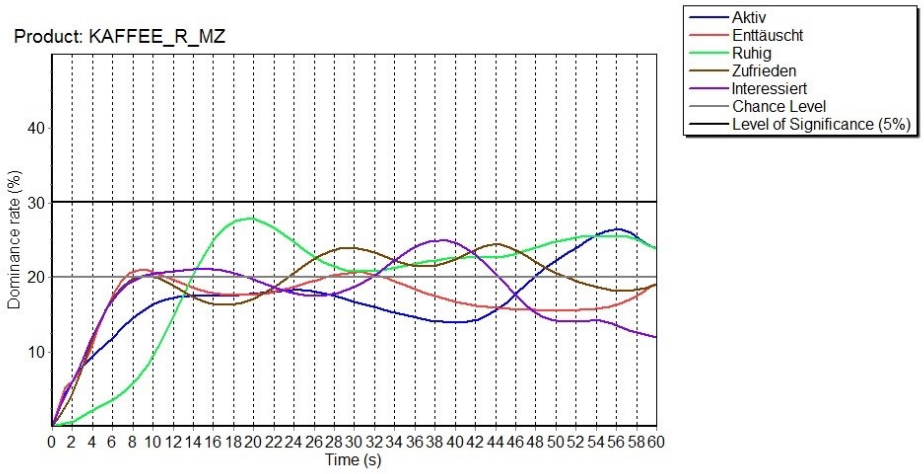


Abbildung 23: TDE- Kurven Robusta- Kaffee mit Zucker.

4.3. Differenzkurven

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der TDS- und TDE- Differenzkurven der Kaffeeproben beschrieben. Es handelt sich dabei um einen deskriptiven Vergleich folgender Probenpaare: Arabica ohne Zucker/ Arabica mit Zucker, Robusta ohne Zucker/ Robusta mit Zucker, Arabica ohne Zucker/ Robusta ohne Zucker und Arabica mit Zucker/ Robusta mit Zucker. Ein Vergleich von einem Probenpaar wie z.B. Arabica ohne Zucker und Robusta mit Zucker, ist für die Zwecke dieser Arbeit nicht von Bedeutung.

4.3.1. TDS

Die Differenzkurven vom Arabica- Kaffee ohne Zucker und Arabica mit Zucker (Abb. 24) zeigen, dass in der Probe mit Zucker erwartungsgemäß der süße Geschmack dominierte. Die Differenzen der DR waren kürzlich nach den Schlucken am größten, jedoch im Laufe der Evaluierung lässt sich eine absteigende Tendenz der Differenzen beobachten. So betrug die Differenz der Dominanzraten nach dem ersten Schluck ca. 60% und nach dem dritten Schluck nur noch 40%. Dementsprechend dominierte der Probe ohne Zucker die *Bitterkeit*. Die höchste Differenz der DR lag etwa in der Hälfte der Evaluierung vor und betrug ca. 30%. Das temporäre Profil vom Arabica- Kaffee ohne Zucker wurde auch durch etwas höhere DR der *Adstringenz* charakterisiert (Differenz der DR ca 20%). Die DR bei den Attributen *Röst- Flavour* und dem *sauren Geschmack*

wiesen keine besonders hohen Differenzen auf. Das *Röst- Flavour* dominierte am Anfang der Evaluierung eher bei der Probe mit Zucker und am Ende der Verkostung bei der Probe ohne Zucker. Bei dem *sauren* Geschmack konnte eine umgekehrte Tendenz beobachtet werden.

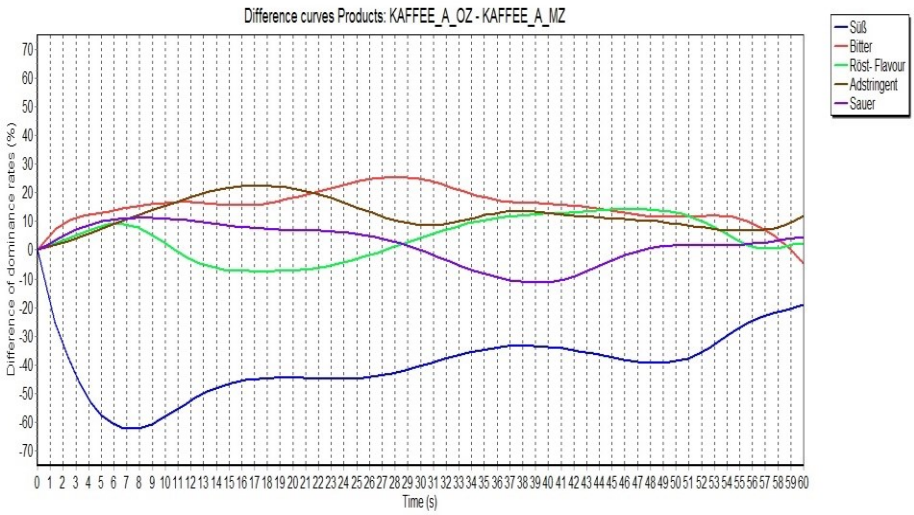


Abbildung 24: TDS- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Arabica- Kaffee mit Zucker.

Betrachtet man die Differenzkurven der Proben Robusta ohne und mit Zucker (Abb. 25) so lässt es sich feststellen, dass die Differenz der DR bei dem *süßen* Geschmack auch groß war, allerdings nicht so stark ausgeprägt wie bei Arabica- Kaffee. Der größte Unterschied lag nach dem ersten Schluck bei ca. 50%. Der Verlauf der Kurve war flacher als bei Arabica- Kaffee, somit schwankte die Differenz der DR zwischen den Proben im Laufe der Evaluierung relativ wenig. Im temporären Profil des Robusta- Kaffees ohne Zucker dominierte mehr die *Bitterkeit* und *Adstringenz.* Die Kurven von dem *sauren* Geschmack und *Röst- Flavour* zeigten keine deutlichen Differenzen der DR, somit unterscheiden sich diese Proben bezüglich der oben erwähnten Attribute nicht stark voneinander.

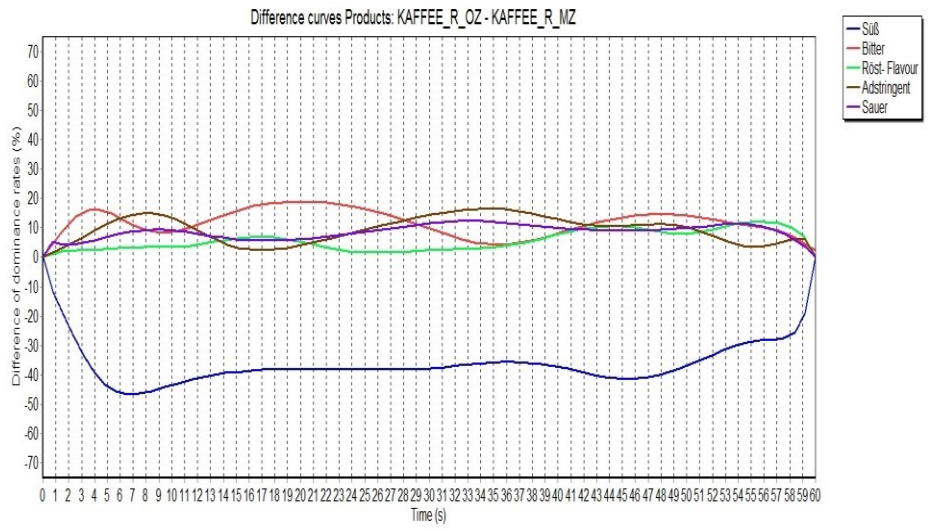


Abbildung 25: TDS- Differenzkurven der Proben Robusta- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker.

Anhand der Abbildung 26 können die Proben Arabica- Kaffee und Robusta- Kaffee ohne Zucker verglichen werden. Wie man auf den ersten Blick erkennen kann, sind die Unterschiede in den DR zwischen diesen zwei Proben im Allgemeinen nicht besonders stark ausgeprägt. In der ersten Hälfte der Evaluierung dominierte der *saure* Geschmack (Diff. der DR ca.5%) und die *Adstringenz* (Diff. der DR ca.10%) bei der Arabica- Probe. Bei dem Robusta- Kaffee dominierte das *Röst- Flavour* (Diff. der DR ca.15%). In der zweiten Hälfte der Verkostung waren die *Adstringenz* und der *saure Geschmack* bei der Robusta- Probe dominanter und das *Röst- Flavour* charakterisierte das temporäre Profil der Arabica- Probe. Die *Bitterkeit* dominierte bei dem Arabica- Kaffee in der Mitte und bei der Robusta- Probe am Ende der Evaluierung. Die Differenzen lagen in beiden Fällen bei knapp 10%.

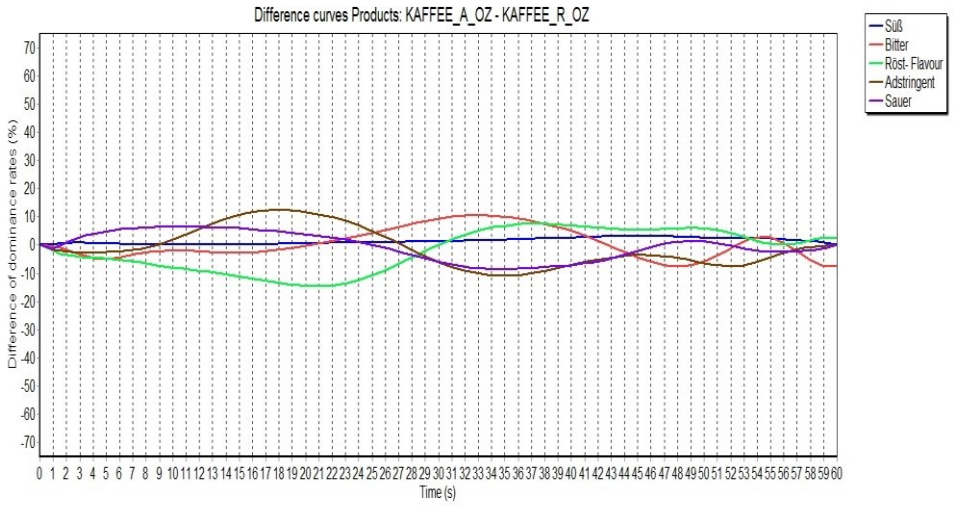


Abbildung 26: TDS- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee ohne Zucker.

Anhand der Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee und Robusta- Kaffee mit Zucker (Abb. 27) ist zu erkennen, dass in dem gesüßten Arabica- Kaffee der *süße Geschmack* dominierte. Die Differenz der DR zum Robusta- Kaffee betrug ca. 15%. Zusätzlich war in der Arabica- Probe in der zweiten Hälfte der Evaluierung der *saure Geschmack* dominanter als in dem Robusta- Kaffee. Bei den restlichen Attributen gab es keine relevanten Unterschiede. Bei dem Vergleich dieser Probenpaare fiel zusätzlich auf, dass im temporären Profil des Robusta- Kaffees die *Bitterkeit* und die *Adstrigenz* dominierte. Die DR von *Röst- Flavour* war am Anfang der Evaluierung bei Robusta und zum Ende der Verkostung bei Arabica höher, dies war auch der Fall bei den ungesüßten Proben (Abb. 26).

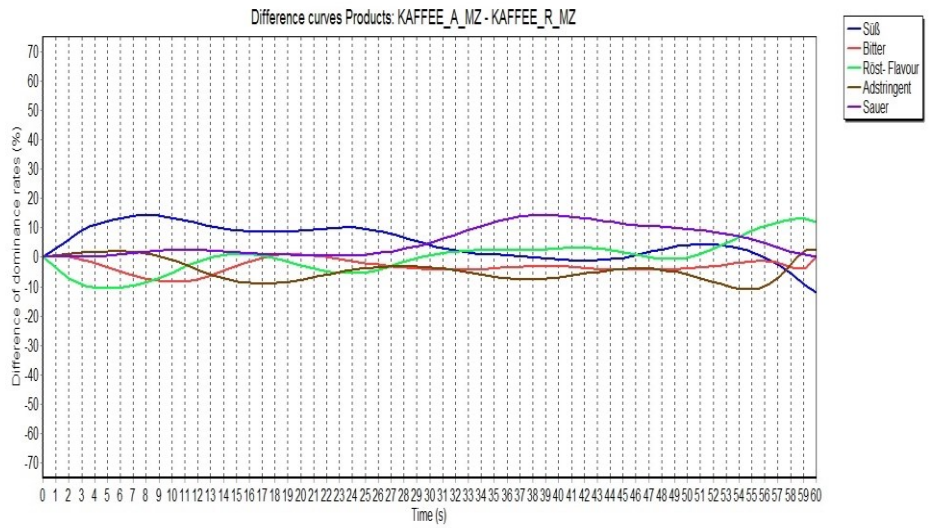


Abbildung 27: TDS- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee mit Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker.

4.3.2. TDE

Die Abbildung 28 stellt die TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne und mit Zucker dar. Bei dem Arabica- Kaffee ohne Zucker dominierten vor allem die Emotionen *enttäuscht* und *aktiv* (Diff. der DR bei *aktiv* bis über 20% und bei *enttäuscht* knapp unter 20%). In der Probe mit Zucker dominierte dahingegen überwiegend *ruhig* und *zufrieden*. Die größten Differenzen der DR wurden bei beiden Emotionen in der Hälfte der Evaluierung erreicht und lagen über ca.12%. Die bei der Emotion *interessiert* verzeichneten Unterschiede waren im Vergleich zu den anderen relativ klein (unter 10%), aber Arabica- Kaffee ohne Zucker wurde mit dieser Emotion mehr assoziiert.

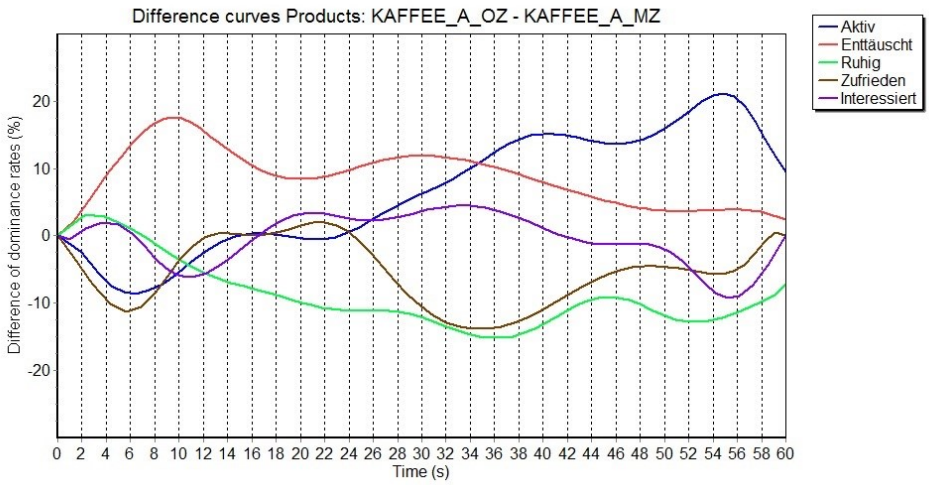


Abbildung 28:TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Arabica- Kaffee mit Zucker.

Einen ähnlichen Verlauf der TDE- Differenzkurven wiesen die Proben Robusta ohne und mit Zucker auf (Abb. 29). Auch bei diesem Probenpaar waren in dem Kaffee ohne Zucker die Emotionen *enttäuscht* und *aktiv* dominanter als in dem Kaffee mit Zucker. Die Differenz im Falle von *aktiv* war jedoch geringer (Diff. der DR ca. 5%) als bei den Arabica- Proben. Bei *enttäuscht* erreichte die Differenz der DR 20%. Die Emotionen *ruhig* und *zufrieden* waren für den gesüßten Kaffee charakteristisch (Differenzen der DR ca.15%). Bei *interessiert* wurden keine großen Unterschiede verzeichnet, nichtsdestotrotz lässt sich, anders als bei Arabica, eine tendenziell höhere Dominanz auf der Seite der Probe mit Zucker erkennen.

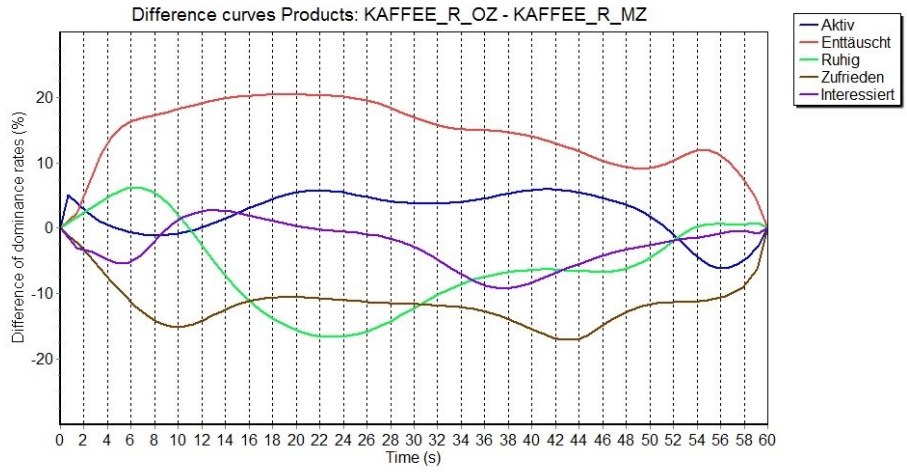


Abbildung 29: TDE- Differenzkurven der Proben Robusta- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker.

Die Abbildung 30 zeichnet die Unetrschiede zwischen den Proben Arabica und Robusta ohne Zucker auf. In dem Arabica- Kaffee dominierten die Emotionen *zufrieden* und *aktiv.* Die Differenzen der DR zu Robusta- Kaffee betrugen bis zu ca. 13%. In der Robusta-Probe waren *enttäuscht* (Diff. der DR um 10%) und zum Ende der Evaluierung *ruhig* (Diff. Der DR ca.12%) dominanter. Das emotionale Attribut *interessiert* dominierte eher in der Arabica- Probe, die Unterschiede zu der Robusta-Probe waren aber nicht sehr stark ausgeprägt (unter 10%).

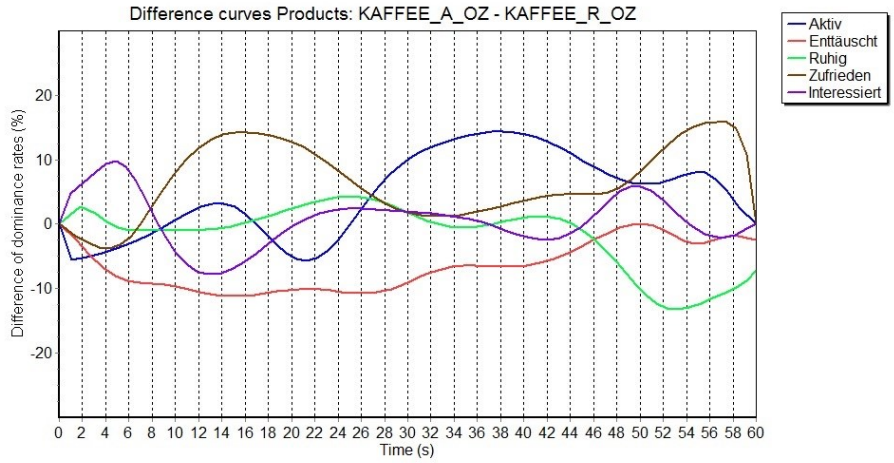


Abbildung 30: TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee ohne Zucker und Robusta- Kaffee ohne Zucker.

Wie aus der Abbildung 31 sichtbar ist, konnten bei den Proben Arabica und Robusta mit Zucker keine besonders großen Unterschiede in den DR verzeichnet werden. Erst in der zweiten Hälfte der Evaluierung wurden im gesüßten Arabica- Kaffee die Emotionen *ruhig* und gleichzeitig *aktiv* (Differenzen der DR unter 10%) dominanter, während bei dem Robusta- Kaffee *interessiert* dominierte (Diff. der DR ca.15 %). Die Emotion *aktiv* wurde am Ende der Evaluierung von den Probanden verstärkt mit der Robusta-Probe assoziiert, mit einer DR- Differenz bis zu 20 %.

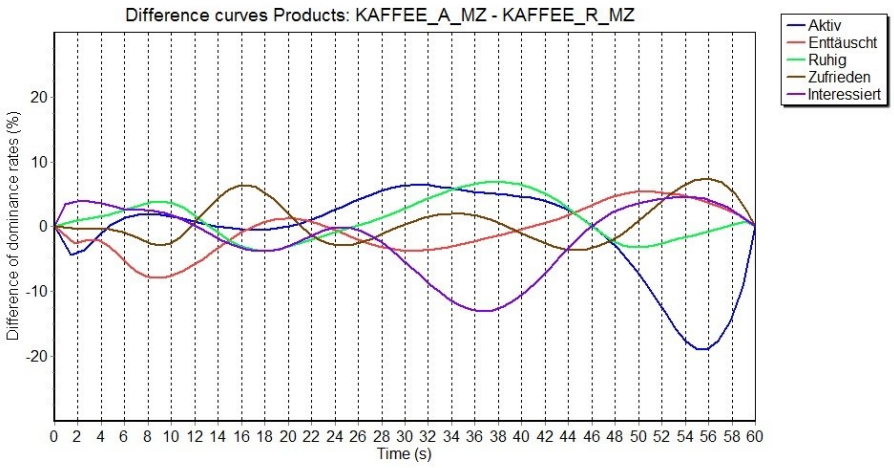


Abbildung 31: TDE- Differenzkurven der Proben Arabica- Kaffee mit Zucker und Robusta- Kaffee mit Zucker.

4.4. Ergebnisse der statistischen Auswertung

Zusätzlich zu der Darstellung und der Diskussion der Dominanzkurven wurde eine statistische Auswertung der vorliegenden Daten durchgeführt.

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Kaffeeproben festzustellen wurde eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt. Folgende Nullhypothese wurde aufgestellt:

H_0: Es bestehen keine Unterschiede zwischen der Dominanzdauer der Attribute zwischen den Kaffeeproben.

Die Ergebnisse der ANOVA (Tab. 8) zeigen, dass zwischen den Proben Unterschiede in der Dominanzdauer der einzelnen sensorischen und emotionalen Attribute bestanden. Ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den Kaffeeproben konnte bei den

sensorischen Attributen *süß, bitter*, *adstringierend* und *sauer* gezeigt werden. Bezüglich der Emotionen unterschieden sich die Proben nur bei *enttäuscht* und *zufrieden* signifikant ($p < 0,05$).

Sensorisches Attribut	F- Wert	Signifikanz
Süß	65,312	**0,000***
Bitter	7,865	**0,000***
Röst- Flavour	1,136	0,336
Adstringent	5,496	**0,001***
Sauer	2,681	**0,049***
Emotion	**F- Wert**	**Signifikanz**
Aktiv	0,920	0,433
Enttäuscht	3,169	**0,026***
Ruhig	1,612	0,189
Zufrieden	4,255	**0,006***
Interessiert	,208	0,891

* sig. Alpha- Niveau <0,05

Tabelle 8: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA für die Dominanzdauer der sensorischen und emotionalen Attribute.

Um die Kaffeeproben genauer zu identifizieren, zwischen denen ein Unterschied in der Dominanzdauer bei den oben erwähnten Attributen besteht, wurde anschließend ein Post-Hock Test (Tukey) durchgeführt. Ein Teil der Ergebnisse (nur relevante Probenpaare), ist in den Tabellen 9 und 10 zusammengefasst. Bei allen sensorischen Attributen konnte kein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen den zwei Kaffeesorten Arabica und Robusta gezeigt werden, sowohl ohne Zucker als auch nach der Zuckerzugabe. Bei dem *süßen* Geschmack gab es einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den gesüßten und ungesüßten Proben beider Kaffeesorten (dh. zwischen Arabica- Kaffee mit und ohne Zucker und zwischen Robusta- Kaffee mit und ohne Zucker). Bei der *Bitterkeit* konnte auch kein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Arabica- Kaffee und Robusta- Kaffee festgestellt werden. Einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) gab es wiederum zwischen den gesüßten und ungesüßten Proben. Arabica- Kaffee ohne Zucker

und mit Zucker hat sich signifikant unterschieden bezüglich der *Adstringenz* und Robusta bezüglich des *sauren* Geschmacks. Werden bei den Emotionen ausschließlich die Ergebnisse für die relevanten Probenpaare betrachtet, dann bestand ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) nur zwischen Robusta- Kaffee mit und ohne Zucker bei der Emotion *zufrieden.* Laut ANOVA konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) in der Dauer der Dominanzraten auch bei der Emotion *enttäuscht* festgestellt werden. Allerdings handelte es sich dabei um das Probenpaar Arabica- Kaffee mit Zucker und Robusta- Kaffee ohne Zucker. Diese zwei Proben in Vergleich zu stellen war aber für die Zwecke dieser Arbeit nicht von großer Relevanz.

Sensorisches Attribut	Probenpaar	Signifikanz
Süß	A_OZ/ A_MZ	**0,000***
	A_OZ/ R_OZ	0,992
	A_MZ/ R_MZ	0,544
	R_OZ/ R_MZ	**0,000***
Bitter	A_OZ/ A_MZ	**0,001***
	A_OZ/ R_OZ	0,996
	A_MZ/ R_MZ	0,874
	R_OZ/ R_MZ	**0,022***
Adstringent	A_OZ/ A_MZ	**0,009***
	A_OZ/ R_OZ	0,994
	A_MZ/ R_MZ	0,652
	R_OZ/ R_MZ	0,104
Sauer	A_OZ/ A_MZ	0,876
	A_OZ/ R_OZ	0,997
	A_MZ/ R_MZ	0,385
	R_OZ/ R_MZ	**0,56***
* sig. Alpha- Niveau <0,05 A_OZ = Arabica ohne zucker A_MZ= Arabica mit Zucker R_OZ= Robusta ohne Zucker R_MZ= Robusta mit Zucker		

Tabelle 9: Ergebnisse Post- Hock (Tukey) sensorische Attribute.

Emotionales Attribut	Probenpaar	Signifikanz
Enttäuscht	A_OZ/ A_MZ	0,413
	A_OZ/ R_OZ	0,681
	A_MZ/ R_MZ	0,999
	R_OZ/ R_MZ	0,61
Zufrieden	A_OZ/ A_MZ	0,452
	A_OZ/ R_MZ	0,320
	A_MZ/ R_MZ	0,994
	R_OZ/ R_MZ	**0,019***
* sig. Alpha- Niveau <0,05 A_OZ = Arabica ohne zucker A_MZ= Arabica mit Zucker R_OZ= Robusta ohne Zucker R_MZ= Robusta mit Zucker		

Tabelle 10: Ergebnisse Post- Hock (Tukey) Emotionen.

4.5. Ergebnisse der Fragebogenerhebung

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Fragebogenerhebung bezüglich des Kaffeekonsums präsentiert. Der Fragebogen (Anhang 5) wurde in Papierform an alle Teilnehmer verteilt und vor der TDE- Evaluierung ausgefühlt.

Ein regelmäßiger Kaffeekonsum war ein wichtiges Teilnahmekriterium für die Studie. „Non-consumers“ wurden für die Studie nicht herangezogen. Fast die Hälfte aller Probanden (44%) hat angegeben, Kaffee mehrmals am Tag zu trinken. 24% konsumieren Kaffee täglich, nur 2% einmal pro Woche und 10% weniger als einmal pro Woche (Abb. 32).

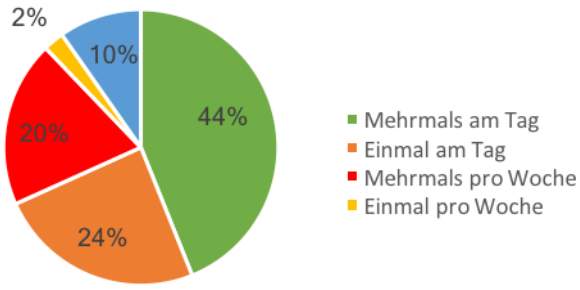


Abbildung 32: Häufigkeit des Kaffeekonsums (%) der Teilnehmer.

Es wurde auch die bevorzugte Art der Zubereitung des Kaffeegetränks erhoben. Die Kaffeeproben für die Evaluierungen wurden mittels Filterkaffeemaschine zubereitet. 11 der 42 Probanden haben angegeben, diese Zubereitungsmethode zu präferieren. Die beliebteste Art der Zubereitung unter den Teilnehmer war der Vollautomat (Abb. 33).

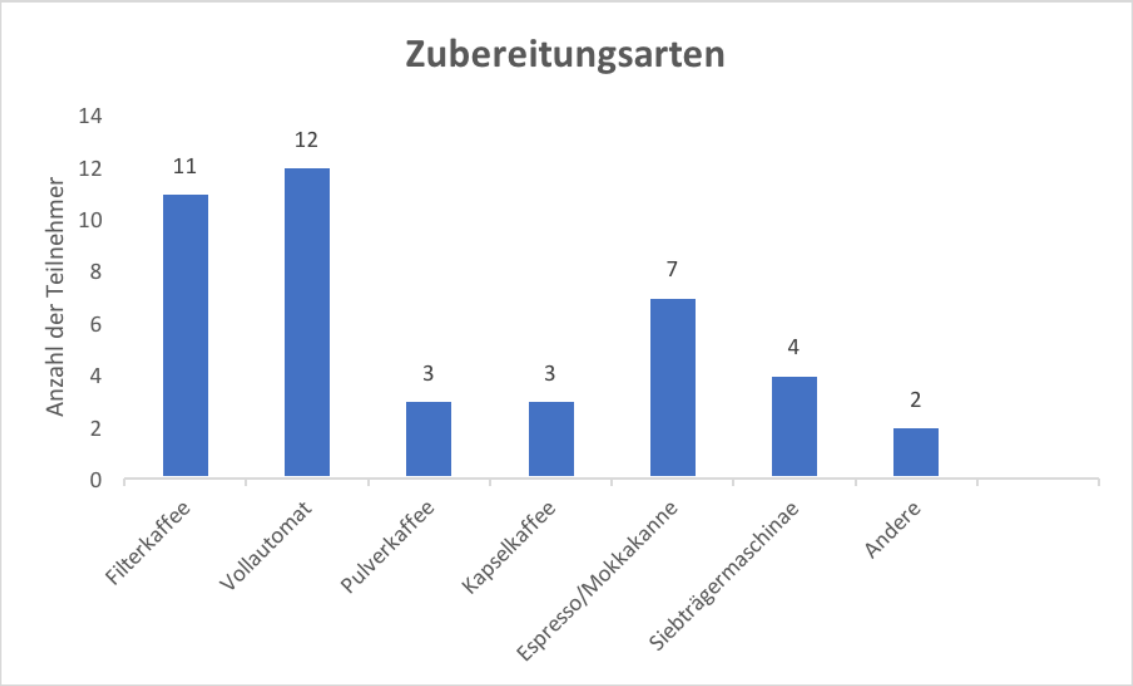


Abbildung 33: Bevorzugte Kaffee- Zubereitungsarten der Teilnehmer.

Da die Hälfte der evaluierten Kaffeeproben mit Haushaltszucker gesüßt wurde, wurde auch das Süßungsverhalten der Studienteilnehmer erfragt. Die meisten (79%) tranken den Kaffee ungesüßt (Abb. 34). Zucker (weißer bzw. brauner) wurde für das Süßen bevorzugt, nur ein Teilnehmer gab an, Süßstoff zu verwenden. Die durchschnittliche verwendete Zuckermenge betrug 5g.

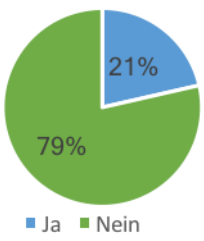


Abbildung 34: Zuckerzugabe zum Kaffee.

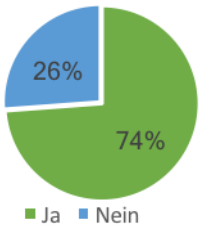


Abbildung 35: Milchzugabe zum Kaffee.

Die Milchzugabe zum Kaffee wurde ebenso ermittelt, obwohl die Proben ohne Milch dargereicht wurden. Es war aber vom Interesse, ein allgemeines Bild über die Vorlieben

im Kaffeekonsum der Probanden zu erhalten. Die Ergebnisse zeigen, dass 74% der Gefragten ihren Kaffee mit Milch tranken (Abb. 35).

Des Weiteren wurde erfragt, wann der Kaffee überwiegend konsumiert wird. Mehr als die Hälfte der Probanden (54%) trank den Kaffee in der Früh, 29% nachmittags und nur 7% zu Mittag (Abb. 36).

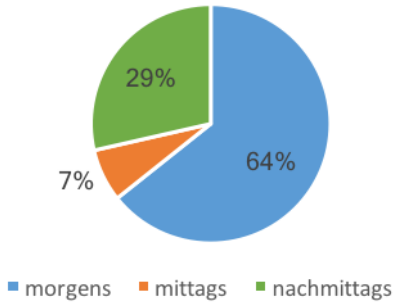


Abbildung 36: Zeitpunkt des Kaffeekonsums

Wie bereits erwähnt wurde, kann der Beweggrund für den Konsum eines Lebensmittels Auswirkung auf die lebensmittelinduzierten Emotionen haben. Da ein Produkt aus mehreren Gründen konsumiert werden kann, wurden die Probanden gebeten nur den Hauptgrund für den Kaffeekonsum anzugeben. Die Hälfte der Teilnehmer trank Kaffee, weil sie es mit Genuss verbinden, 16 aufgrund der stimulierenden Eigenschaften (wach zu bleiben bzw. Konzentration) und nur für 4 Probanden war der Kaffeekonsum hauptsächlich ein gesellschaftliches Ereignis (Abbildung 37).

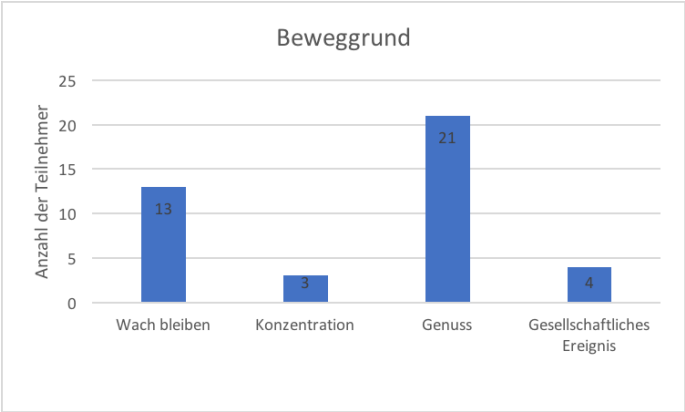


Abbildung 37: Hauptgrund für den Kaffeekonsum.

Diskussion

Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit untersuchte die Auswirkung der Zuckerzugabe auf die sensorischen Attribute und die verzehrassoziierten Emotionen der zwei Kaffeearten Arabica und Robusta. Die Probenevaluierung wurde mittels den dynamischen Methoden „Temporal Dominance of Sensations“ (TDS) und „Temporal Dominance of Emotions“ (TDE), welche die Erfassung der Wahrnehmungsveränderungen über die Zeit erlauben, durchgeführt. Das Ziel der Untersuchung war es festzustellen, ob die Zugabe von Zucker zu den Proben zu einer signifikanten Veränderung der Dominanz der sensorischen und emotionalen Attribute führt. Zusätzlich wurde untersucht, ob signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kaffeearten bestehen. Des Weiteren wurde nach einem Zusammenhang zwischen den sensorischen Attributen und den verzehrassoziierten Emotionen während des Kaffeekonsums gesucht.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels Kurvendiskussion unter dem Heranziehen der genauen Werte für Dominanzraten aus den Rohdatentabellen (Anhang 6 und 7). Für das Feststellen der Zusammenhänge zwischen den sensorischen Attributen und Emotionen wurden die Kurven visuell auf Ähnlichkeiten im Verlauf untersucht. Letztendlich wurde eine statistische Auswertung der Ergebnisse (Dominanzdauer) mittels einer einfaktoriellen ANOVA durchgeführt.

Die Ergebnisse der ANOVA (Tab. 8) haben gezeigt, dass Unterschiede zwischen der Dominanzdauer der sensorischen und emotionalen Attribute der Proben bestehen.

Bei den Emotionen bestand ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) lediglich bei dem Attribut *zufrieden* und zwar zwischen den Robusta- Kaffeeproben mit und ohne Zucker. Das Süßen von Arabica- Kaffee hat die verzehrassoziierten Emotionen nicht signifikant verändert.

Bei den sensorischen Attributen *süß, bitter, adstringierend* und *sauer* konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) in der Dominanzdauer gezeigt werden. Aus den Ergebnissen des Post- Hock Tests (Tukey) (Tab. 9 und 10) ist ersichtlich, dass sich die Kaffeeproben Arabica und Robusta in keinem der Attribute signifikant voneinander unterschieden. Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) konnten aber zwischen den gesüßten und ungesüßten Proben bei den Attributen *süß* und *bitter* bei beiden Kaffeearten

beobachtet werden. Die ungesüßten und gesüßten Arabica- Kaffeeproben haben sich zusätzlich bei dem Attribut *Adstringenz* signifikant ($p < 0,05$) unterschieden. Bei den Robusta- Kaffeeproben wurde ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) bei dem *sauren* Geschmack festgestellt. Diese erhaltenen Ergebnisse sind zum Teil konsistent mit den Resultaten von Charles et al. [2015], der gesüßten und ungesüßten Espresso- Kaffee mittels „Temporal Dominance of Sensations" und der in- vivo Methode „Nosespace" untersuchte. Die Ergebnisse der oben erwähnten Studie zeigen, dass die Zuckerzugabe zwar die Aroma- Freisetzung nicht signifikant verändert, sie beeinflusst aber sehr stark wie der Kaffee im Mund wahrgenommen wird. Der süße Geschmack unterdrückt die bitteren und sauren Noten. Zusätzlich wird angedeutet, dass die Zuckerzugabe der sensorischen Wahrnehmung vom Kaffee eine gewisse Komplexität verleiht bzw. als „Geschmacksverstärker" fungiert. Gemeint sind dabei die Anzahl und die Vielfalt an Attributen, die als dominant betrachtet werden. Bei den nicht gesüßten Proben dominierten Attribute wie *verbrannt* oder *geröstet* und bei den gesüßten *Karamell-Flavour* oder *nussig* [Charles et al., 2015].

Werden die TDS- Kurven der untersuchten Kaffeeproben betrachtet, so lassen sich folgende Behauptungen aufstellen. Bei den ungesüßten Proben (Abb. 16 und 18) dominierte der *bittere* Geschmack, dessen Dominanzkurve fast über die gesamte Dauer der Evaluierung über dem Signifikanzlevel lag. Das Attribut *Röst- Flavour* erreichte ebenfalls das Signifikanzlevel, bei Arabica- Kaffee nach dem zweiten Schluck und bei Robusta bereits nach dem ersten Schluck. Allerdings haben sich keine der Proben bezüglich der Dominanzdauer bei diesem Attribut signifikant unterschieden. Da es sich bei dem Kaffee in der vorliegenden Arbeit um einen Filterkaffee handelt, ist es möglich, die Ergebnisse mit der Studie von Barron et al. [2012] teilweise zu vergleichen. Die Autoren untersuchten, wie sich das Kaffeecrema auf die Aroma- Freisetzung und die sensorische Wahrnehmung im Mund auswirkt. Kaffeeproben mit Crema (nicht filtriert) und ohne Crema (filtriert) wurden mittels TDS evaluiert. Ein Einfluss des Kaffeecremas auf die sensorischen Eigenschaften vom Kaffee konnte gezeigt werden. Bei filtrierten Kaffeeproben ohne Crema war eine Dominanz der *Bitterkeit* zu beobachten. Die Kaffeeproben mit viel Crema zeichneten sich durch die Dominanz des Attributs *geröstet* während der gesamten Analyse (7 Schlucke) aus. Die *Bitterkeit* schien durch das Vorhandensein von Crema maskiert zu werden [Barron et al., 2012]. Der *saure*

Geschmack schien in der vorliegenden Evaluierung keine besonders wichtige Rolle zu spielen, da es in keiner der Proben das Signifikanzlevel überschritten wurde (Abb. 16 bis 19). Ähnlich wie bei Charles et al. [2015] ließ sich aber eine Abnahme der Dominanzraten für *sauer* nach der Zuckerzugabe beobachten, signifikant war die Senkung aber nur bei Robusta- Kaffee (Tab. 9).

Die Zugabe von Saccharose zu den Kaffeeproben resultierte in einer klaren Dominanz des *süßen* Geschmacks, mit höheren Dominanzraten bei Arabica (max. DR 71,4%) als bei Robusta- Kaffee (max. DR 54,8%). Die Süße war während der gesamten Evaluierung signifikant dominant ($p < 0,05$) und die TDS- Kurven zeigten drei Peaks (deutlich vor allem bei Arabica, Abb. 17), die kürzlich nach jedem der Schlucke beobachtet wurden. Das *Röst- Flavour* das zweite am Meisten dominante Attribut bei den gesüßten Kaffee-Proben. Die *Bitterkeit* und wie bereits schon erwähnt, auch der *saure* Geschmack, wurden unterdrückt. Dinella et al. [2013] untersuchte in einer Studie mittels der TDS- Methode die Auswirkung verschiedener Süßmittel (Saccharose, Acesulfam, Steviol) auf die sensorische Wahrnehmung von Kaffee. Die Autoren konnten ebenfalls feststellen, dass durch die Zugabe von Zucker, lediglich der *süße* Geschmack und *Coffee- Flavour* signifikant dominierten, alle anderen Attribute (*sauer, adstringierend, bitter*) lagen unter dem „Chance level". Interessant zu beobachten war die Tatsache, dass unterschiedliche Attribute dem sensorischen Profil dominierten, abhängig von dem verwendeten Süßmittel. Bei Acesulfam überschritten alle Deskriptoren (außer *Adstringenz*) das „Chance level". Der *süße* Geschmack erreichte das Signifikanzlevel nicht, nur *Coffe-Flavour* wurde am Ende der Evaluierung als signifikant dominant wahrgenommen. Bei Steviol lagen bei dem Attribut *süß* Dominanzraten weit unterhalb des „Chance levels". Der *saure* Geschmack war das erste dominante Attribut, gefolgt von der *Bitterkeit* [Dinella et al., 2013].

Die Analyse der Kaffee- relevanten Emotionen hat gezeigt, dass die ungesüßten Proben mit der negativ belasteten Emotion *enttäuscht* assoziiert wurden. Dabei war diese Emotion bei dem Robusta- Kaffee fast während der gesamten Evaluierungszeit signifikant dominant (Abb. 22). Bei dem Arabica- Kaffee wurden am Anfang der Evaluierung höhere Dominanzraten, allerdings unter dem Signifikanzlevel (Abb. 20), beobachtet. Das emotionale Attribut *interessiert* schien eine wichtigere Rolle bei dem

Robusta- Kaffee als bei Arabica- Kaffee zu spielen. Diese Tatsache könnte daran liegen, dass reiner Robusta- Kaffee am Markt nicht leicht bzw. nicht oft erhältlich ist. Die Probanden sind daher eher mit dem Geschmack bzw. dem Flavour von Arabica- Kaffee bzw. Arabica/ Robusta- Mischungen vertraut, das Verkosten eines reinen Robusta-Kaffees stellte somit eine neue interessante Erfahrung dar. Die zweite stark dominante Emotion bei den Kaffeeproben ohne Zucker war *aktiv.* Die DR von *aktiv* betrug am Ende der Evaluierung bei Arabica- Kaffee 40% (Abb. 20), bei der Robusta- Probe waren es nur 31% und somit knapp oberhalb des Signifikanzlevels (Abb. 22). Die Zuckerzugabe verursachte zwar einen Rückgang der Dominanzrate der negativen Emotion *enttäuscht*, vor allem bei der Robusta- Probe (signifikanter Unterschied, Tab.10), führte aber nicht zu einer Dominanz der positiven Emotion *zufrieden.* Nichtsdestotrotz konnten erhöhte Dominanzraten dieser Emotion beobachtet werden. Durch das Süßen der Proben fühlten sich die Panelisten, anders als bei ungesüßtem Kaffee, eher *ruhig.* Dieses emotionale Attribut erreichte aber nur bei Arabica kurz das Signifikanzlevel. Generell lässt sich die Behauptung aufstellen, dass sich die Probanden durch die Zuckerzugabe ruhiger und zufriedener fühlten. Werden die TDS- und TDE- Kurven auf Ähnlichkeiten im Verlauf untersucht, ist es anzunehmen, dass zwischen dem *süßen* Geschmack und der Emotion *zufrieden* ein Zusammenhang besteht. Die Kurven beider Attribute wiesen drei Peaks (nach den einzelnen Schlucken) in deren Verlauf auf, d.h. wenn die Dominanzraten des *süßen* Geschmacks steigen, erhöhen sich auch die DR der Emotion *zufrieden.* Das ist eine interessante Beobachtung, da 79% der Probanden angegeben haben den Kaffee ungesüßt zu konsumieren. Trotzdem rufen die gesüßten Proben eher eine positive und ungesüßte eine negative Emotion hervor. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass die gesüßten Proben in einem weniger ausgeprägten Emotionalem- Profil resultieren.

Limitationen und Ansätze für weitere Forschung

Die Methoden für die vorliegende Studie wurden sorgfältig gewählt und für die gegebene Fragenstellung angepasst. Nichtsdestotrotz weißt die Studie einige Limitationen auf, welche beim Entwerfen zukünftiger Studien verhindert bzw. minimiert werden sollten.
Die Art der Zubereitung bzw. wie die Proben serviert werden, könnte Einfluss auf die Evaluierung und somit die Ergebnisse nehmen. Laut Adhikari et al. [2019] wirkt sich die

Temperatur des Kaffees bei dem Konsum auf die Intensität der wahrgenommenen Attribute. Als optimale Temperatur wird 70°C angegeben [Adhikari et al., 2019]. In der präsentierten Studie wurden die evaluierten Kaffeeproben laut Dinella et al. [2013] mit einer Temperatur von 65°C (± 2°C) dargereicht. Zusätzlich konnten gewisse Temperaturschwankungen, aufgrund von verschiedenen Faktoren, nicht verhindert werden. Des Weiteren ist die Tatsache, dass die Kaffeeproben ohne Milchzugabe verkostet wurden, vor allem in Anbetracht der Analyse von Emotionen, nicht zu unterschätzen. Von der Auswertung der Fragebögen ist zu entnehmen, dass 74% der Probanden meistens ihren Kaffee mit Milch konsumieren. Nur 21% der Teilnehmer geben an, regelmäßig Kaffee mit Zucker zu sich zu nehmen. Die verschiedenen Vorlieben bezüglich des Kaffeekonsums konnten sich auf die empfundenen Emotionen auswirken. Die Geschlechterverteilung ist ebenfalls als nicht optimal zu betrachten, da an der Studie nur 12% Männer teilgenommen haben.

Die Auswahl der sensorischen sowie der emotionalen Attribute für die angewendeten Methoden „Temporal Dominance of Sensations“ und „Temporal Dominance of Emotions“ ist von größter Bedeutung und beeinflusst im relevanten Ausmaß die Qualität der Ergebnisse [Pineau et al., 2012]. Als eine Herausforderung stellte sich die Selektion der mit dem Kaffeekonsum assoziierten Emotionen heraus. Die Menge der in der Literatur stehenden Emotionen, die mit dem Konsum von verschiedenen Lebensmitteln in Verbindung gebracht werden können, ist groß und sie sind nicht immer eindeutig definiert. Somit ist es möglich, dass das Verständnis und die Interpretation, trotz der zur Verfügung stehenden Liste unter den Panelisten variierte. Außerdem wurde davon ausgegangen, dass die Probanden in der Lage sind die empfundenen Emotionen zu identifizieren und sie zu benennen, obwohl es sich um eine ungeschulte Panel- Gruppe handelte. Wird die TDE- Methode mit einer Evaluierung der sensorischen Attribute (TDS) kombiniert, ist es zu empfehlen, noch mehr Zeit in das Training zu investieren [Pineau & Schlich, 2015].

Die verwendeten Methoden TDS und TDE arbeiten mit dem Konzept der Dominanz. Dieses Konzept wurde den Panelisten direkt vor dem Durchführen der Analysen klar und deutlich erklärt. Nichtsdestotrotz sind Unklarheiten bzw. Unterschiede im Verständnis dieses Begriffes „Dominanz“ nicht auszuschließen. Außerdem könnte es in der zukünftigen Forschung von Interesse sein, wie Rodriguez et al. [2018] empfehlen, die

Taste „no perception“ (keine Wahrnehmung) zu verwenden. Diese gibt den Prüfpersonen die Möglichkeit anzugeben, wenn kein Attribut als dominant wahrgenommen wird. Weitere Forschung ist notwendig, um die Methoden Temporal Dominance of Sensations und Temporal Dominance of Emotions zu verbessern und sie noch verständlicher für die Panelisten zu gestallten.

Schlussbetrachtung

Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen deuten darauf hin, dass die Zugabe von Zucker sowohl das sensorische als auch das emotionale Profil der Arabica- und Robusta-Kaffeeproben beeinflusst.

Die Kaffee- Proben haben sich in der Dauer der Dominanz bei den folgenden Attributen unterschieden: *süß, bitter, adstringierend* und *sauer.* Bei beiden Kaffeearten konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) der Dominanzdauer zwischen den ungesüßten und gesüßten Proben bei den Attributen *süß* und *bitter* gezeigt werden. Bei Arabica wirkte sich die Zuckerzugabe nur auf die Dominanzdauer der *Adstringenz* signifikant ($p < 0,05$) aus und bei Robusta wurde die Dominanzdauer *des sauren Geschmacks* in der gesüßten Probe signifikant ($p < 0,05$) reduziert.

Das emotionale Profil der Kaffeeproben hat sich durch die Zuckerzugabe ebenfalls verändert, allerdings bestand ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) lediglich bei der Dominanzdauer der Emotion *enttäuscht* zwischen der ungesüßten und gesüßten Robusta-Probe.

Die Analyse der TDS- und TDE- Kurven deutet auf einen Zusammenhang zwischen der sensorischen Wahrnehmung der Kaffeeproben und den durch den Konsum hervorgerufenen Emotionen hin. Der *süße* Geschmack und die Emotion *zufrieden* wiesen ähnliche Dynamik auf.

Die signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$), die in den vorliegenden Analysen gezeigt werden konnten, betreffen die gesüßten und ungesüßten Proben der jeweiligen Kaffeeart. Zwischen den beiden Kaffeearten Arabica und Robusta konnten keine signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$) in der Dominanzdauer der gewählten Attribute und Emotionen beobachtet werden. Dennoch zeichneten sich beide Kaffeearten durch einen unterschiedlichen Verlauf der TDS- und TDE- Kurven aus.

Zusammenfassung

Kaffee ist ein beliebtes Getränk weltweit, nicht nur wegen seinen stimulierenden Wirkung, sondern vielmehr wegen seinen einzigartigen sensorischen Eigenschaften. Die Zugabe von Zucker oder Milch zum Kaffee ist sehr beliebt und führt zu einer Veränderung des Kaffee- Flavours. Der Verzehr ist ein dynamischer Prozess und die Wahrnehmung eines Lebensmittels ist das Ergebnis einer Vielzahl von Stimuli, die sich ebenfalls über die Zeit verändern. Demzufolge war das Ziel der präsentierten Studie, die Auswirkung der Zuckerzugabe zu Arabica- und Robusta- Kaffeeproben, unter der Berücksichtigung des dynamischen Charakters der sensorischen sowie der emotionalen Wahrnehmung zu untersuchen.

Es wurden die Methoden „Temporal Dominance of Sensations“ (TDS) und „Temporal Dominance of Emotions“ (TDE) angewendet. Zweiundvierzig gesunde, ungeschulte Probanden haben an der vorliegenden Studie teilgenommen. Sie bewerteten fünf sensorische und fünf emotionale Attribute, die mit dem Kaffeekonsum assoziiert werden. Die Auswahl der verwendeten Deskriptoren wurde mittels der „Check All that Apply“- Methode (CATA) durchgeführt. Um einen üblichen Kaffeekonsum zu simulieren wurde der „multiple sip“- Ansatz gewählt. Die Proben wurden in drei einzelnen Schlucken, die in einem Abstand von 20 Sekunden, bei einer Gesamtdauer von 60 Sekunden, getrunken und evaluiert wurden.

Die Ergebnisse haben eine Veränderung in der sensorischen sowie der emotionalen Wahrnehmung zwischen den ungesüßten und gesüßten Kaffee- Proben gezeigt. Bei dem ungesüßten Kaffee dominierte der *bittere* Geschmack, mit einer stärkeren Ausprägung der Dominanzraten bei Arabica- Kaffee (max. DR 47,6%) als bei Robusta (max. DR 42,9%). Zusätzlich wurden beide Proben durch die Attribute *Röst- Flavour* und *Adstringenz* charakterisiert. Der *saure* Geschmack hat sich als nicht relevant ergeben. Die Zuckerzugabe resultierte in einer klaren Dominanz des *süßen* Geschmacks und einem Rückgang der *Bitterkeit* und *Adstringenz.* Die TDS- Kurve des Attributs *süß,* wies drei Peaks auf, die konsistent mit den drei Schlucken während des Konsums waren. Die Dominanzrate des süßen Geschmacks erreichte höhere Werte bei Arabica- Kaffee (max. DR 71,4%) als bei Robusta- Kaffee (max. DR 54,8%).

Unabhängig von der Kaffeeart wurden die ungesüßten Proben mit den Emotionen *enttäuscht* und *aktiv* assoziiert. Die Dominanzrate für *enttäuscht* war höher bei Robusta (max. DR 45,2%) als bei Arabica (max. DR 33,3%). Die Zugabe von Zucker verursachte eine Senkung der Dominanzrate der negativen Emotion *enttäuscht* und eine Steigerung des positiven emotionalen Deskriptors *zufrieden.* Die Emotion *ruhig* dominierte dem Profil beider gesüßten Kaffeeproben. Des Weiteren konnten Beziehungen zwischen den sensorischen Attributen und den Emotionen gefunden werden. Der *bittere* Geschmack und die Emotion *enttäuscht,* sowie das Attribut *süß* und der emotionale Deskriptor *zufrieden* wiesen jeweils einen ähnlichen Verlauf der Dominanzkurven auf.

Die präsentierten Ergebnisse zeigen, dass die Zuckerzugabe zu Kaffee das Potential aufweist, die sensorischen Eigenschaften des Kaffeegetränks zu verändern und die verzehrassoziierten Emotionen zu modulieren.

Summary

Coffee is a popular beverage not only due to its stimulating nature but rather because of the unique sensory properties. It is often enjoyed with various add- ins, such as sugar, which leads to the changes in the flavour profile of the product. As flavour perception is not simply the result of the present stimuli, but a dynamic phenomenon, the objective of the present study was to investigate the effect of sugar addition to the coffee beverages prepared from Arabica and Robusta beans using sensory profiling techniques that consider the dynamics and nature of human perception.

The conducted study assessed temporal dynamics of sensory and emotional attributes during coffee consumption. The temporal dominance profiles of sensory attributes and emotions were investigated by „Temporal Dominance of Sensations“ (TDS) and „Temporal Dominance of Emotions“ (TDE), respectively. Fourty- two healthy untrained panelists participated in the study. They evaluated five specific sensory descriptors and five emotion terms, relevant for coffee characterization, selected by using the check- all- that- apply (CATA) method. To simulate a realistic coffee consumption, multiple sip approach has been proposed. Each sample consisted of 3 particular sips taken in 20 second intervals, with a total testing period of 60 seconds.

Results of the TDS and TDE methods showed changes in perception of sensory and emotional attributes due to sugar addition. In the unsweetened coffee samples the *bitter* taste was the most dominant attribute, reaching the significance level ($p < 0.05$) in both Arabica (max. DR 47,6%) and Robusta (max. DR 42,9%). Furthermore, both coffee kind samples were characterized by *roast flavour* and *astringency.* However, in Arabica the *astringency* reached the level of significance in the first and the *roast flavour* in the second half of the evaluation. In Robusta coffee the reverse order was observed. The addition of sugar resulted in a distinct dominance of the *sweet* taste and a decrease of the *bitterness* and *astringency.* The TDS curves of the evaluated coffee samples with sugar show tree peaks for *sweetness,* all consistent with the three sips taken during the testing. The observed maximal dominance rate was higher in Arabica (71,4%) then in Robusta (54,8%).

Independend of the coffee species, the emotional descriptors associated with the unsweetened samples were *disappointed* and *active.* The temporal profile of Robusta coffee was characterized by the higher dominance of *disappointment* (max. DR 45,2%, in Arabica coffee max. DR was 33,3%) and the emotion *active* dominated rather the profile of the Arabica (max. DR 40,5%) then Robusta (max. DR 31%) sample. The addition of sugar induced a decrease of the negative emotion *disappointed* and the panelists associated the samples rather with the emotion *calm* then *active.* The emotion *satisfied* did not reach the level of significance at any time during the evaluation.
Based on TDS and TDE curves relationship between selected sensory and emotional descriptors of coffee beverages could be observed. The *bitter* taste correlated with *disappointment* and the *sweetness* was associated with the emotion of *satisfaction.*

The presented results showed, that the addition of sugar has a potential to modify the sensory properties of the coffee beverage and to change consumer emotions during the consumption of the product.

Quellenverzeichnis

ADHIKARI J, CHAMBERS IV E, & KOPPEL K. (2019). Impact of consumption temperature on sensory properties of hot brewed coffee. Food Research International, 115, 95-104. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.014

AKASH M.S.H, REHMAN K, & CHEN S. (2014). Effects of coffee on type 2 diabetes mellitus. Nutrition, 30, 755-763. http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2013.11.020

AVELINO J, BARBOZA B, ARAYA J.C, FONESCA C, DAVRIEUX F, GUYOT B, & CILAS C. (2005). Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two *terroirs* of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1869-1876. https://doi.org/10.1002/jsfa.2188

BAGGENSTOSS J, POISSON L, KAEGI R, PERREN R, & ESCHER F. (2008). Coffee Roasting and Aroma Formation: Application of Different Time- Temperature Conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 5836-5846. https://doi.org/10.1021/jf800327j

BAKER P.S, & HAGGAR J. (2007). Global Warming: the impact on global coffee. The Speciality Coffee Association of America Conference Handout, Long Beach, USA

BALZER H.H. (2001). Acids in coffee. In R.J. Clarke & O.G. Vitzthum (Eds.), Coffee: Recent developments (pp. 18-32). Oxford: Blackwell Science.

BAMIA C, LAGIOU P, JENAB M, TRICHOPOULOU A, FEDIRKO V, ALEKSANDROVA K, ... TRICHOPOULOS D. (2015). Coffee, tea and decaffeinated coffee in relation to hepatocellular carcinoma in a European population: Multicentre, prospective cohort study. International Journal of Cancer, 136, 1899-1908. https://doi.org/10.1002/ijc.29214

BARRON D, PINEAU N, MATTHEY-DORET W, ALI S, SUDRE J, GERMAIN J.C, KOLODZIEJCZYK E, POLLIEN P, LABBE D, JARISCH C, DUGAS V, HARTMANN C, & FOLMER B. (2012). Impact of crema on the aroma release and in-mouth sensory perception of espresso coffee. Food & Function, 3, 923-930. https://doi.org/10.1039/c2fo30046j

BHUMIRATANA N, ADHIKARI K, & CHAMBERS E. (2011). Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. Food Science and Technology, 44, 2185-2192. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.001

BHUMIRATANA N, ADHIKARI K, & CHAMBERS E. (2014). The development of an emotion lexicon for the coffee drinking experience. Food Research International, 61, 83-92. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.008

BIDEL S, & TUOMILEHTO J. (2012). Coffee and cardiovascular diseases. In C. Yi-Fang (Ed.), Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (pp. 181-190). Oxford: Wiley- Blackwell.

BOSSELMANN A.S, DONS K, OBERTHUR T, OLSEN C.S, RæBILD A, & USMA H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. Agriculture, Ecosystems and Environment, 129, 253-260. https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.09.004

BRADBURY A.G.W. (2001). Carbohydrates. In R.J. Clarke & O.G. Vitzthum (Eds.), Coffee: Recent developments (pp. 1-15). Oxford: Blackwell Science.

BRANDO C.H.J. (2004). Harvesting and Green Coffee Processing. In J.N. Wintgens (Ed.), Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders and Researchers (pp. 604-715). Weinheim: WILEY-VCH Verlag.

BRUZZONE F, ARES G, & GIMÉNEZ A. (2013). Temporal aspects of yoghurt texture perception. International Dairy Journal, 29(2), 124-134. http://doi.org/10.1016/j.idairyj.2012.10.012

BUNN C, LÄDERACH P, OVALLE RIVERA O, & KIRSCHKE D. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. Climatic Change, 129, 89-101. https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x

CANETTI L, BACHAR E, & BERRY E.M. (2002). Food and emotion. Behavioural Processes, 60, 157-164. https://doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00082-7

CANO-MARQUINA A, TARÍN J.J, & CANO A. (2013). The impact of coffee on health. Maturitas, 75, 7-21. http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.002

CARDELLO A.V, MEISELMAN H.L, SCHUTZ H.G, CRAIG C, GIVEN Z, LESHER L.L, & EICHER S. (2012). Measuring emotional responses to foods and food names using questionnaires. Food Quality and Preference, 24, 243-250. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.12.002

CARLSTRÖM M, & LARSSON S.C. (2018). Coffee consumption and reduced risk of developing type 2 diabetes: a systematic review with meta-analysis. Nutrition Reviews, 76(6), 395-417. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy014

CHAMBERS E, SANCHEZ K, PHAN U. X. T, MILLER R, CIVILLE G. V, & DI DONFRANCESCO B. (2016). Development of a "living" lexicon for descriptive sensory analysis of brewed coffee. Journal of Sensory Studies, 31, 465-480. https://doi.org/10.1111/joss.12237

CHARLES M, ROMANO A, YENER S, BARNABÀ M, NAVARINI L, MÄRK T.D, BIASOLI F, & GASPERI F. (2015). Understanding flavour perception of espresso coffee by the combination of a dynamic method and in-vivo nosespace analysis. Food Research International, 69, 9-20. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.036

CHAYA C, EATON C, HEWSON L, VÁZQUEZ R.F, FERNÁNDEZ-RUIZ V, SMART K.A, & HORT J. (2015). Developing a reduced consumer- led lexicon to measure emotional response to beer. Food Quality and Preference, 45, 100-112. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.06.003

CHRYSANT S.G. (2015). Coffee consumption and cardiovascular health. The American Journal of Cardiology, 116, 818-821. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.05.057

DERNDORFER E. (2016). Lebensmittelsensorik (5.Auflage). Wien: Facultas Verlag.

DESCROIX F, & SNOECK J. (2004). Environmental Factors Suitable for Coffee Cultivation. In J.N. Wintgens (Ed.), Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders and Researchers (pp. 164-177). Weinheim: WILEY-VCH Verlag.

DESMET P.M.A, & SCHIFFERSTEIN H.N.J. (2008). Sources of positive and negative emotions in food experience. Appetite, 50, 290-301. http://doi.org/10.1016/j.appet.2007.08.003

DI MONACO R, SU C, MASI P, & CAVELLA S. (2014). Temporal Dominance of Sensations: A review. Trends in Food Science & Technology, 38, 104-112. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.04.007

DIN EN ISO 8589-10. Sensorische Analyse- Allgemeiner Leitfaden für die Gestaltung von Prüfräumen. 2014

DINNELLA C, MASI C, NAES T, & MONTELEONE E. (2013). A new approach in TDS data analysis: A case study on sweetened coffee. Food Quality and Preference, 30, 33-46. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.04.006

DUGAS V, PINEAU N, & FOLMER B. (2012). Evaluating whole cup experience in gourmet espresso coffee by using dynamic methods. Poster at 5th European Conference on Sensory and Consumer Research, Bern, Switzerland.

EBERMANN R, & ELMADFA I. (2008). Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. Wien & New York: Springer Verlag.

EDELBAUER L.J. (2014). Kaffee. Alles über ein Genußmittel das die Welt veränderte. Wien: Pichler Verlag.

EGGERS R, & PIETSCH A. (2001). Roasting. In R.J. Clarke & O.G. Vitzthum (Eds.), Coffee: Recent developments (pp. 90-107). Oxford: Blackwell Science.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), (2015). FAO Statistical Pocketbook Coffee 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. http://www.fao.org/3/a-i4985e.pdf

FARAH A. (2012). Coffee constituents. In C. Yi- Fang (Ed.), Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (pp. 21-58). Oxford: Wiley- Blackwell.

FERRARINI R, CARBOGNIN C, CASAROTTI E.M, NICOLIS E, NENCINI A, & MENEGHINI A.M. (2010). The emotional response to wine consumption. Food Quality and Preference, 21, 720-725. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.06.004

GIBSON E.L. (2006). Emotional influences on food choice: sensory, physiological and psychological pathways. Physiology and Behavior, 89, 53-61. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.01.024

GROSCH W. (2001). Volatile Compounds. In R.J. Clarke & O.G. Vitzthum (Eds.), Coffee: Recent developments (pp. 68-89), Oxford: Blackwell Science.

GUNARATNE T.M, GONZALEZ VIEJO C, FUENTES S, TORRICO D.D, GUNARATNE N.M, ASHMAN H, & DUNSHEA F.R. (2019). Development of emotion lexicons to describe chocolate using the Check- All- That- Apply (CATA) methodology across Asian and Western groups. Food Research International, 115, 526-534. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.001

JAEGER S.R, CARDELLO A.V, & SCHUTZ H.G. (2013). Emotion questionnaires: A consumer- centric perspective. Food Quality and Preference, 30, 229-241. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.05.015

JAGER G. (2016). Short-term time structure of food- related emotions: Measuring dynamics of responses, in Meiselman H.L. (ed), Emotion Measurement. Woodhead Publishing, 273-298. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100508-8.00011-4

JAGER G, SCHLICH P, TIJSSEN I, YAO J, VISALLI M, de GRAAF C, & STIEGER M. (2014). Temporal dominance of emotions: Measuring dynamics of food related emotions during consumption. Food Quality and Preference, 37, 87-99. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.04.010

KEMP S.E, HOLLOWOOD T, & HORT J. (2009). Sensory Evaluation: A practical handbook. Oxford: Wiley- Blackwell

KING S. C, & MEISELMAN H. L. (2010). Development of a method to measure consumer emotions associated with foods. Food Quality and Preference, 21, 168-177. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.02.005

KÖSTER E.P, & MOJET J. (2015). From mood to food and from food to mood: A psychological perspective on the measurement of food- related emotions in consumer research. Food Research International, 76, 180-191. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.006

LABBE D, FERRAGE A, RYTZ A, PACE J, & MARTIN N. (2015). Pleasantness, emotions and perceptions induced by coffee beverage experience depend on the consumption motivation (hedonic or utilitarian). Food Quality and Preference, 44, 56-61. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.03.017

LÄDERACH P, RAMIREZ- VILLEGAS J, NAVARRO- RACINES C, ZELAYA C, MARTINEZ- VALLE A, & JARVIS A. (2017). Climate change adaptation of coffee production in space and time. Climatic Change, 141, 47-62. https://doi.org/10.1007/s10584-016-1788-9

LE RÉVÉREND F.M, HIDRIO C, FERNANDES A, & AUBRY V. (2008). Comparision between temporal dominance of sensations and time intensity results. Food Quality and Preference, 19, 174-178. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.06.012

LIEBEREI R., & REISDORFF C. (2008). Nutzpflanzen. Stuttgart: Thieme Verlag.

MAJCHRZAK D, & SCHLINTER- MALTAN C. (2018). Die sensorische Fachsprache. Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22814-9

MATUSHESKI N.V, BIDEL S, & TUOMILEHTO J. (2012). Coffee and Type 2 Diabetes Risk. In C. Yi- Fang (Ed.), Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (pp. 141-180). Oxford: Wiley- Blackwell.

MEILLON S, URBANO C, & SCHLICH P. (2009). Contribution of the temporal dominance of sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. Food Quality and Preference, 20(7), 490-499. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.04.006

MEISELMAN H.L. (2015). A review of the current state of emotion research in product development. Food Research International, 76, 192-199. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.015

MERLO T, SOLETTI I, SALDAÑA E, MENEGALI B, MARTINS M, TEIXEIRA A, dos SANTOS HARADA- PADERMO S, DARGELIO M, & CONTRERAS-CASTILLO C. (2019). Measuring dynamics of emotions evoked by the packaging colour of hamburgers using Temporal Dominance of Emotions (TDE). Food Research International, 124, 147-155. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.007

MISSBACH B, MAJCHRZAK D, SULZNER R, WANSINK B, REICHEL M, & KOENIG J. (2017). Exploring the flavor life cycle of beers with varying alcohol content. Food Science & Nutrition, 5(4), 889-895. http://doi.org/10.1002/fsn3.472

MORA M, GIUSSANI B, PAGLIARINI E, & CHAYA C. (2019). Improvement of an emotional lexicon for the evaluation of beers. Food Quality and Preference, 71, 158-162. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.06.007

MORAES P.C.B.T, & BOLINI H.M.A. (2010). Different sweeteners in beverages prepared with instant and roasted ground coffee: Ideal and equivalent sweetness. Journal of Sensory Studies, 25, 215-225. https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2010.00275.x

MURIEL P, & ARAUZ J. (2012). Coffee and liver health. In C. Yi- Fang (Ed.), Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (pp. 123-140). Oxford: Wiley-Blackwell.

MUSCHLER R.G. (2001). Shade improves coffee quality in a sub- optimal coffee- zone of Costa Rica. Agroforestry Systems, 85, 131-139. http://dx.doi.org/10.1023/A:1011863426305

NAGARAJU V.D, MURTHY C.T, RAMALAKSHMI K, & SRINIVASA RAO P.N. (1997). Studies on roasting of coffee beans in a spouted bed. Journal of Food Engineering, 31, 263-270. https://doi.org/10.1016/S0260-8774(96)00026-X

NKONDJOCK A. (2012). Coffee and cancers. In C. Yi- Fang (Ed.), Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (pp. 197-210). Oxford: Wiley- Blackwell.

OBERRAUTER L.M, JANUSZEWSKA R, SCHLICH P, & MAJCHRZAK D. (2018). Sensory evaluation of dark origin and non- origin chocolates applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). Food Research International, 111, 39-49. http://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.007

O`KEEFE J.H, BHATTI S.K, PATIL H.R, DI NICOLANTONIO J.J, LUCAN S.C, & LAVIE C.J. (2013). Effects of Habitual Coffee Consumption on Cardiometabolic Disease, Cardiovascular Health, and All- Cause Mortality. Journal of the American College of Cardiology, 62, 1043-1051. http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.035

O`KEEFE J.H, DI NICOLANTONIO J.J, & LAVIE C.J. (2018). Coffee for Cardioprotection and Longevity. Progress in Cardiovascular Diseases, 61, 38-42. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.02.002

PELTIER C, VISALLI M, & THOMAS A. (2019). Using temporal dominance of emotions at home. Impact of coffee advertisements on consumers behavior and methodological perspectives. Food Quality and Preference, 71, 311-319. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.08.001

PINEAU N, & SCHLICH P. (2015). Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. In J. Delarue, J.B. Lawlor & M. Rogeaux (Eds.), Rapid Sensory Profiling Techniques (pp. 269–306). Cambridge/Waltham/Kidlington: Woodhead Publishing, Elsevier. https://doi.org/10.1533/9781782422587.2.269

PINEAU N, SCHLICH P, CORDELLE S, MATHONNIÈRE C, ISSANCHOU S, IMBERT A, ROGEAUX M, ETIÉVANT P, & KÖSTER E. (2009). Temporal dominance of sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time- intensity. Food Quality and Preference, 20, 450-455. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.04.005

PINEAU N, de BOUILLÉ A.G, LEPAGE M, LENFANT F, SCHLICH P, MARTIN N, & RYTZ A. (2012). Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? Food Quality and Preference, 26, 159-165. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.04.004

POURSHAHIDI L.K, NAVARINI L, PETRACCO M, & STRAIN J.J. (2016). A comprehensive overview of the risks and benefits of coffee consumption. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15, 671-684. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12206

RAJ B.J, PRIYA V, & GAYATHRI R. (2016). Relationship between coffee consumption and cancer: A review. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 8(6), 424-427

RICHLING E, & HABERMEYER M. (2014). Eine Nutzen- Risiko- Betrachtung. Ist Kaffeetrinken gesund? Chemie Unserer Zeit, 48, 12-20

RODRIGUES J.F, de SOUZA V.R, LIMA R.R, da CRUZ A.G, & PINHEIRO A.C.M. (2018). Tds of cheese: Implications of analyzing texture and taste simultaneously. Food Research International, 106, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.048

ROSENGREN A, DOTEVALL A, WILHELMSEN L, THELLE D, & JOHANSSON S. (2004). Coffee and incidence of diabetes in Swedish women: a prospective 18-year follow-up study. Journal of Internal Medicine, 255, 89-95. https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.2003.01260.x

SAAB S, MALLAM D, COX-II G.A, & TONG M.J. (2014). Impact of coffee on liver diseases: a systematic review. Liver International, 34, 495-504. https://doi.org/10.1111/liv.12304

SANCHEZ K, & CHAMBERS E. (2015). How does product preparation affect sensory properties? An example with coffee. Journal of Sensory Studies, 30, 499-511. https://doi.org/10.1111/joss.12184

SCHENKER S, HEINEMANN C, HUBER M, POMPIZZI R, PERREN R, & ESCHER F. (2006). Impact of Roasting Conditions on the Formation of Aroma Compounds in Coffee Beans. Journal of Food Science, 67, 60-66. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11359.x

SCHLICH P. (2017). Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. Current Opinion in Food Science, 15, 38-42. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.05.003

SCHLICH P, & PINEAU N. (2017). Temporal Dominance of Sensations. In: Hort J, Kemp S.E, Hollowood T. Time- Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation (pp. 283-320). Chichester/ West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. https://doi.org/10.1002/9781118991640.ch11

SCHRÖDER R. (1991). Kaffee, Tee und Kardamom. Tropische Genußmittel und Gewürze. Geschichte, Verbreitung, Anbau, Ernte, Aufbereitung. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.

SEO H. S, LEE S. Y, & HWANG I. (2009). Development of sensory attribute pool of brewed coffee. Journal of Sensory Studies, 24, 111-132. https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2008.00198.x

SILVA A.P, VOSS H.P, VAN ZYL H, HOGG T, DE GRAAF C, PINTADO M, & JAGER G. (2018). Temporal dominance of sensations, emotions, and temporal liking measured in a bar for two similar wines using a multiple-sip approach. Journal of Sensory Studies, 33: e12459 (1-13). http://doi.org/10.1111/joss.12459

SILVA A.P, VOSS H.P, VAN ZYL H, HOGG T, DE GRAAF C, PINTADO M, & JAGER G. (2019). Effect of adding hop aroma in beer analysed by temporal dominance of sensations and emotions coupled with temporal liking. Food Quality and Preference, 75, 54-63. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.02.001

SPECTRA MARKTFORSCHUNG (2018). Kaffee im Leben der Österreicher 2018. http://www.marktmeinungmensch.at/studien/kaffee-im-leben-der-oesterreicher-2018/# (Zugriff 02.09. 2019)

SPEER K, & KÖLLING-SPEER I. (2001). Lipids. In R.J. Clarke & O.G. Vitzthum (Eds.), Coffee: Recent developments (pp.33-49). Oxford: Blackwell Science.

SUNARHARUM W.B, WILLIAMS D.J, & SMYTH H.E. (2014). Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. Food Research International, 62, 315-325. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030

TEUFL C, & CLAUSS S. (1998). Kaffee: die kleine Schule. München: Zabert Sandmann.

VAN BOMMEL R, STIEGER M, SCHLICH P, & JAGER G. (2019). Dutch consumers do not hesitate: Capturing implicit 'no dominance' durations using Hold-down Temporal Dominance methodologies for Sensations (TDS) and Emotions (TDE). Food Quality and Preference, 71, 332-342. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.08.008

WADHAWAN M, & ANAND A.C. (2016). Coffee and Liver Disease. Journal of Clinical and Experimental Hepatology, 6(1), 40-46. https://doi.org/10.1016/j.jceh.2016.02.003

WINTGENS J.N. (2004). The Coffee Plant. In J.N. Wintgens (Ed.), Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders and Researchers (pp. 3-24). Weinheim: WILEY-VCH Verlag.

ZHANG Y, LEE E.T, COWAN L.D, FABSITZ R.R, & HOWARD B.V. (2011). Coffee consumption and the incidence of type 2 diabetes in men and women with normal glucose

tolerance: The Strong Heart Study. Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases, 21(6), 418-423. https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.10.020

ZORN S, ALCAIRE F, VIDAL L, GIMENEZ A, & ARES G. (2014). Application of multiple-sip temporal dominance of sensations to the evaluation of sweeteners. Food Quality and Preference, 36, 135-143. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.04.003

Anhang

1. CATA- Fragebogen für die Auswahl von kaffeeassoziierten Emotionen

Emotionen während des Kaffeekonsums

(Proben mit/ ohne Zucker)

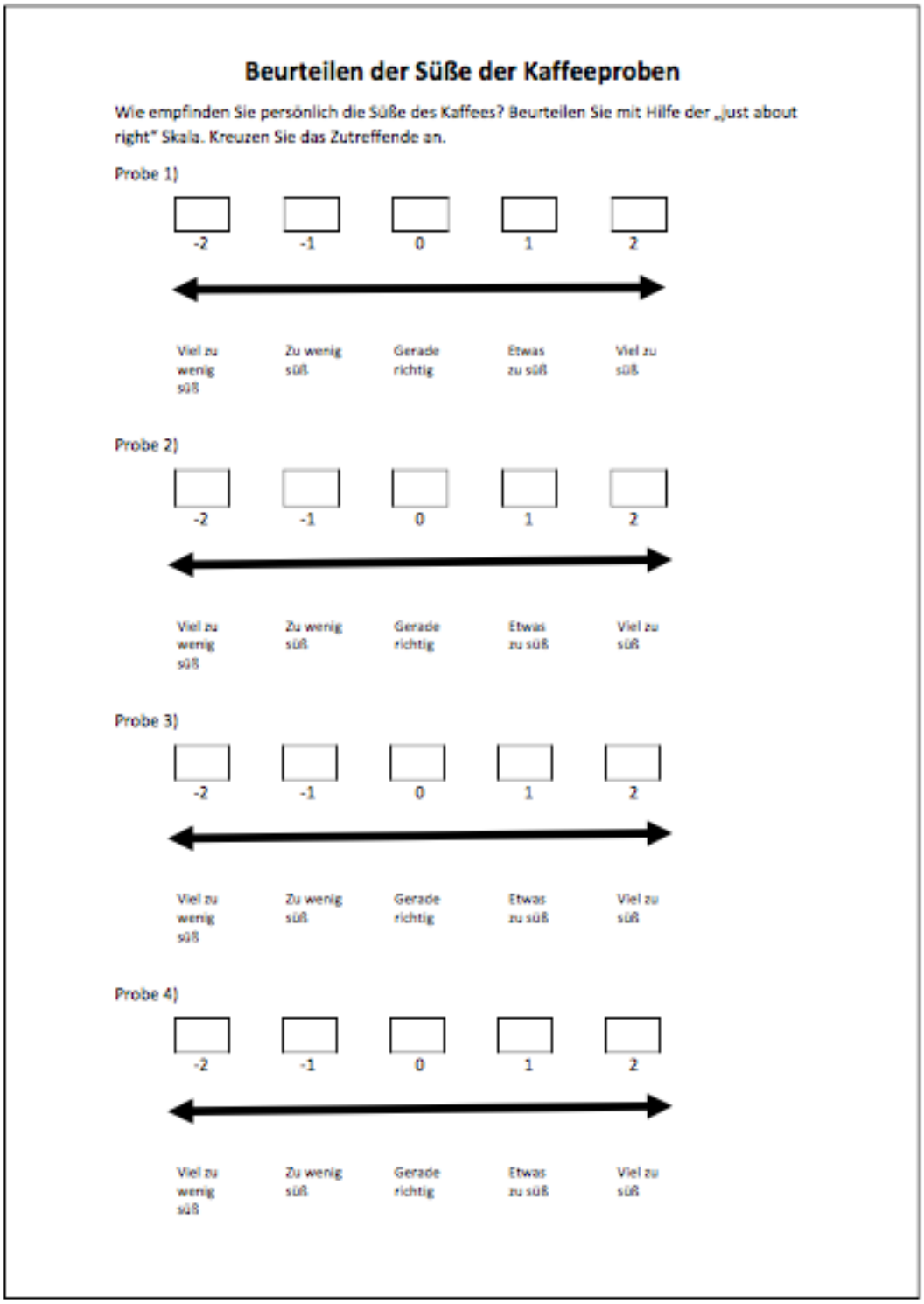
Bitte kreuzen Sie alle Begriffe an (bei der jeweiligen Probe A, B, C oder D), die es beschreiben wie Sie sich GERADE (während des Kaffeetrinkens) fühlen.

(CATA= Check all that apply; Sie dürfen beliebig viele Begriffe auswählen. Bei Synonymen bzw. Wörtern, die Sie als gleichwertig wahrnehmen, wählen Sie den Begriff aus, der für Sie geläufiger ist.)

Emotion	A	B	C	D	Emotion	A	B	C	D	Emotion	A	B	C	D	Emotion	A	B	C	D
1.Active (aktiv)					11. Enthusiastic (begeistert)					21. Loving (liebevoll)					31. Secure (geborgen)				
2. Adventurous (abenteuerlich)					12. Free (frei)					22. Merry (fröhlich)					32. Steady (beständig)				
3. Affectionate (zärtlich,liebevoll)					13. Friendly (freundlich)					23. Mild (mild)					33. Tame (lustlos)				
4. Aggressive (aggressiv)					14. Glad (froh)					24. Nostalgic (nostalgisch)					34. Tender (zärtlich)				
5. Bored (gelangweilt)					15. Good (gut)					25. Peaceful (friedlich)					35.Understanding (verständnisvoll)				
6. Calm (gelassen)					16. Good-natured (gutmütig)					26. Pleased (erfreut)					36. Warm (warm, herzlich)				
7.Daring (gewagt)					17. Guilty (schuldig)					27. Pleasant (angenehm)					37. Whole (vollständig)				
8. Disgusted (angewidert)					18. Happy (glücklich)					28. Polite (höflich)					38. Wild (wild)				
9. Eager (eifrig)					19. Interested (interessiert)					29. Quiet (ruhig)					39. Worried (besorgt)				
10. Energetic (energetisch)					20. Joyful (freudig)					30. Satisfied (befriedigt)									

Begriffe entnommen von: King S., Meiselman H. (2010): Development of a method to measure consumer emotions associated with foods.; Food Quality and Preference, 21, 168-177

2. ”Just about right”- Skala für die Zuckermengenbestimmung



Beurteilen der Süße der Kaffeeproben

Wie empfinden Sie persönlich die Süße des Kaffees? Beurteilen Sie mit Hilfe der „just about right" Skala. Kreuzen Sie das Zutreffende an.

Probe 1)

-2	-1	0	1	2
Viel zu wenig süß	Zu wenig süß	Gerade richtig	Etwas zu süß	Viel zu süß

Probe 2)

-2	-1	0	1	2
Viel zu wenig süß	Zu wenig süß	Gerade richtig	Etwas zu süß	Viel zu süß

Probe 3)

-2	-1	0	1	2
Viel zu wenig süß	Zu wenig süß	Gerade richtig	Etwas zu süß	Viel zu süß

Probe 4)

-2	-1	0	1	2
Viel zu wenig süß	Zu wenig süß	Gerade richtig	Etwas zu süß	Viel zu süß

3. Attributenliste (sensorische Eigenschaften)

universität wien

Sensorische Attribute

(Bevor Sie mit dem Test beginnen lesen Sie gründlich die Definitionen durch, bei Unklarheiten bitte nicht zögern und fragen Sie die Studienleiterinnen.)

	Definition EN	Definition DE
Geschmack		
1. **Süß**	A basic taste associated with sucrose solution.	Intensität des süßen Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Saccharose- Lösung
2. **Bitter**	A basic taste associated with a caffeine solution.	Intensität des bitteren Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Koffein-Lösung
3. **Sauer**	A basic taste associated with citric acid solution	Intensität des sauren Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Zitronensäure- Lösung
Flavour		
4. **Röst-Flavour**	Aroma characteristic for products cooked to a high temperature by dry heat. Does not include bitter or burnt notes.	Flavour assoziiert mit Produkten, die bei hohen Temperaturen trocken erhitzt wurden. Flavour nach frisch geröstetem Kaffee.
Mundgefühl		
5. **Adstringent**	A drying puckering or tingling sensation on the surface and/or at the edge of the tongue and mouth.	Beurteilung des Vorhandenseins eines zusammenziehenden, trockenen, speichelarmen Mundraumes (z.B. nach dem Trinken vom starken schwarzen Tee)

[Bhumiratana et al., 2011; Chambers et al., 2016; Majchrzak & Schlinter-Maltan, 2018; Seo et al., 2009]

4. Attributenliste (Emotionen)

universität wien

Emotionale Attribute

(Bevor Sie mit dem Test beginnen lesen Sie gründlich die Definitionen durch, bei Unklarheiten bitte nicht zögern und fragen Sie die Studienleiterinnen.)

	Definition EN	Definition DE
1. **Aktiv** (Synonym: abenteuerlich, energetisch)	Physical or mental vigor. The capacity to manage everything. Having or showing energy. (After a good night sleep I feel energetic.)	Körperliche oder geistige Lebenskraft (Elan). Die Leistungsfähigkeit, alles zu schaffen. Sich voller Tatendrang fühlen. Voller Energie sein. (Wenn ich gut ausgeschlafen bin, fühle ich mich energetisch.)
2. **Ruhig** (Synonym: gelassen, mild, beständig, friedlich)	A state of freedom from excitement or disturbance. (Yoga and meditation make me feel calm.)	Frei sein von Aufregung und Unruhe. Frei von Aktivitäten, Ablenkungen, Sorgen. Unbeschwert. (Durch Yoga und Meditation fühle ich mich gelassen.)
3. **Zufrieden** (Synonym: befriedigt, angenehm, erfreulich)	To feel no desire or needs. To feel grateful and satisfied.	Keine Wünsche oder Bedürfnisse haben. Sich dankbar fühlen und zufrieden sein. Nichts zu bemängeln haben. Erwartungen wurden erfüllt.
4. **Enttäuscht**	To feel unfullfieled expectattions, revulsion or disapproval.	Das Gefühl haben, Erwartungen wurden nicht erfüllt. Missfallen empfinden.
5. **Interessiert**	To arouse or hold an interest in someone or something. Great excitement for or interest in a subject or cause. (The claim on the package label made me interested in the product.)	Jemandem oder einer Sache freiwillig und gerne Aufmerksamkeit/ Anteilnahme schenken. Sich für ein Thema oder eine Sache stark begeistern. (Der Werbeslogan auf der Verpackung hat mein Interesse für das Produkt geweckt.)

[Bhumiratana et al., 2014; King und Meiselman, 2010; Labbe et al., 2015]

5. Fragebogen

(Erstellt in der Zusammenarbeit mit Daniela Winder, MSc)

universität wien

Fragebogen zur Erhebung des Kaffeekonsums

Name:		Datum:		Kabinennummer:	

Bitte beantworte jede Frage.

1.Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich

2. Alter: ☐

3. Größe (in cm): ☐ **4. Gewicht (in kg):** ☐

4. Beruf: ☐

5. Wie oft trinkst du Kaffee? (nur 1 Antwort möglich)

- ☐ mehrmals am Tag (≥ 2x)
- ☐ 1x am Tag
- ☐ mehrmals pro Woche (≥ 2x)
- ☐ 1x pro Woche
- ☐ Weniger als 1x pro Woche

6. Welche Art der Kaffeezubereitung bevorzugst du?
(nur eine Antwort möglich)

- ☐ Filterkaffee
- ☐ Vollautomat
- ☐ Pulverkaffee (z.B. Nescafe)
- ☐ Kapsel- Kaffee (z.B. Nespresso)
- ☐ Espressokocher/Mokkakanne
- ☐ Siebträgermaschine
- ☐ Türkischer Kaffee
- ☐ Andere _____

7. Trinkst du deinen Kaffee mit Milch?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, welche Milch?

- ☐ Vollmilch
- ☐ Fettreduzierte Milch
- ☐ Laktose- freie Milch
- ☐ Sojamilch
- ☐ Andere _____

1

universität wien

8. Welches Kaffeeprodukt bevorzugst du (Lieblingskaffee)?
(nur eine Antwort möglich)

- ☐ Milchkaffee
- ☐ Cappuccino
- ☐ Espresso
- ☐ Brauner
- ☐ Verlängerter
- ☐ Andere _____

Definitionen:
Milchkaffee= ist ein Kaffee mit einem hohen Anteil an Milch oder Milchschaum
Cappuccino= Kaffee mit aufgeschäumter Milch
Espresso= Kaffee mit sehr kräftigem Geschmack, der nach Zubereitung in einer speziellen Maschine aus kleinen Tassen getrunken wird
Brauner= ein schwarzer Kaffee, der mit Milch oder Sahne ergänzt wird
Verlängerter= Kaffee wird mit heißem Wasser gestreckt, also verlängert

9. Trinkst du deinen Kaffee gesüßt?

- ☐ ja
- ☐ nein

Wenn ja, welches Süßungsmittel verwendest du?

- ☐ Zucker (weiß)
- ☐ Zucker (braun)
- ☐ Stevia
- ☐ Süßstoff
- ☐ Sirup
- ☐ Andere _____

Wenn ja, wieviel Zucker verwendest du? (Angabe in Gramm)

_____

1 Würfelzucker= 3g
1 Teelöffel= 4g
1 Päckchen= 4g

10. Trinkst du entkoffeinierten Kaffee?

- ☐ ja
- ☐ nein

11. Welche Kaffeesorte bevorzugst du?

- ☐ Arabica
- ☐ Robusta

12. Wo trinkst du bevorzugt Kaffee?
(nur eine Antwort möglich)

- ☐ Zu Hause
- ☐ In der Arbeit
- ☐ Unterwegs (Coffee to go)
- ☐ Kaffeehaus
- ☐ Zu Besuch (bei Freunden, Familie)
- ☐ Andere _____

13. Wann trinkst du überwiegend Kaffee? (nur 1 Antwortmöglichkeit)

- ☐ Morgens
- ☐ Mittags
- ☐ Nachmittags
- ☐ Abends

14. Wieso trinkst du Kaffee? Der Hauptgrund.
(nur eine Antwort möglich)

- ☐ Ich trinke Kaffee, um Wach zu werden/bleiben.
- ☐ Ich trinke Kaffee, um mich konzentrieren zu können.
- ☐ Ich trinke Kaffee, weil es für mich ein Genuss ist.
- ☐ Ich trinke Kaffee, weil es für mich ein gesellschaftliches Ereignis ist.
- ☐ Anderes: _____

15. Bist du bereit für einen qualitativ hochwertigen Kaffee mehr zu zahlen?

☐ ja ☐ nein

16. Wieviel weißt du über Kaffee (Pflanze, Getränk)?
(nur eine Antwort möglich)

- ☐ Ich weiß gar nichts über Kaffee
- ☐ Ich weiß sehr wenig über Kaffee
- ☐ Meine Kenntnisse sind sehr oberflächlich
- ☐ Meine Kenntnisse sind gut
- ☐ Meine Kenntnisse sind auf wissenschaftlicher Basis

17. Hast du Allergien/Unverträglichkeiten?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, welche? _____

18. Leidest du unter einer Beeinträchtigung deines Geruchs-/Geschmackssinn?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, welche? _____

19. Welche Emotionen verbindest du grundsätzlich mit Kaffee?
(beliebige Anzahl an Emotionen)

_____

6. Rohdatentabelle Dominanzraten TDS

Arabica- Kaffee ohne Zucker:

Zeit in Sekunden	Süß	Bitter	Röst- Flavour	Adstringent	Sauer
0	0	4,8	0	0	2,4
1	0	4,8	0	0	4,8
2	0	7,1	0	0	4,8
3	0	16,7	4,8	0	9,5
4	0	21,4	9,5	4,8	14,3
5	2,4	14,3	14,3	11,9	16,7
6	0	19	28,6	11,9	16,7
7	0	16,7	28,6	16,7	19
8	0	19	26,2	19	16,7
9	0	23,8	21,4	21,4	16,7
10	0	31	19	14,3	21,4
11	0	31	19	16,7	21,4
12	0	28,6	21,4	23,8	21,4
13	0	26,2	23,8	28,6	16,7
14	0	31	16,7	28,6	19
15	0	28,6	19	31	16,7
16	0	31	19	31	14,3
17	0	31	19	33,3	11,9
18	0	38,1	19	28,6	11,9
19	0	40,5	16,7	28,6	11,9
20	0	40,5	14,3	31	11,9
21	0	40,5	11,9	31	14,3
22	0	40,5	9,5	31	16,7
23	0	35,7	11,9	31	19
24	2,4	35,7	11,9	28,6	19
25	2,4	38,1	14,3	23,8	19
26	0	38,1	19	21,4	19
27	2,4	35,7	28,6	19	11,9
28	2,4	33,3	31	16,7	14,3
29	0	38,1	28,6	14,3	16,7
30	0	45,2	26,2	9,5	16,7
31	0	47,6	28,6	7,1	14,3
32	0	42,9	31	11,9	11,9
33	0	33,3	35,7	19	9,5
34	0	35,7	31	23,8	7,1
35	0	38,1	31	19	11,9
36	0	38,1	31	19	11,9
37	2,4	38,1	26,2	23,8	9,5
38	2,4	42,9	28,6	19	7,1
39	0	42,9	31	21,4	4,8
40	0	42,9	31	21,4	4,8
41	0	38,1	31	23,8	7,1
42	0	38,1	31	26,2	4,8
43	2,4	33,3	31	23,8	7,1
44	2,4	38,1	31	21,4	4,8
45	4,8	26,2	33,3	16,7	16,7
46	7,1	21,4	28,6	16,7	23,8
47	7,1	19	31	19	21,4
48	2,4	31	26,2	21,4	16,7
49	2,4	26,2	28,6	21,4	16,7
50	0	23,8	33,3	19	19
51	2,4	31	26,2	16,7	19
52	2,4	33,3	26,2	14,3	19
53	2,4	33,3	26,2	19	14,3
54	2,4	35,7	26,2	16,7	14,3
55	4,8	33,3	21,4	21,4	11,9
56	4,8	33,3	19	26,2	9,5
57	4,8	23,8	28,6	26,2	9,5
58	4,8	23,8	26,2	31	7,1
59	4,8	21,4	26,2	33,3	7,1
60	4,8	21,4	23,8	33,3	9,5

Arabica- Kaffee mit Zucker:

Zeit in Sekunden	Süß	Bitter	Röst- Flavour	Adstringent	Sauer
0	9,5	0	0	0	2,4
1	9,5	0	0	0	2,4
2	31	0	0	0	0
3	47,6	2,4	0	0	2,4
4	59,5	4,8	4,8	0	2,4
5	64,3	4,8	7,1	4,8	2,4
6	59,5	7,1	14,3	4,8	2,4
7	66,7	4,8	14,3	2,4	4,8
8	71,4	4,8	9,5	4,8	4,8
9	66,7	4,8	14,3	7,1	4,8
10	59,5	9,5	16,7	2,4	9,5
11	54,8	9,5	21,4	4,8	7,1
12	50	9,5	28,6	4,8	7,1
13	40,5	11,9	31	9,5	7,1
14	42,9	9,5	33,3	7,1	7,1
15	45,2	16,7	28,6	4,8	4,8
16	45,2	19	23,8	4,8	7,1
17	42,9	21,4	23,8	4,8	7,1
18	40,5	23,8	21,4	4,8	9,5
19	40,5	21,4	21,4	7,1	9,5
20	38,1	23,8	21,4	7,1	9,5
21	38,1	21,4	23,8	7,1	9,5
22	40,5	16,7	26,2	7,1	9,5
23	54,8	14,3	19	7,1	4,8
24	54,8	14,3	19	7,1	4,8
25	54,8	14,3	16,7	4,8	9,5
26	52,4	11,9	19	7,1	9,5
27	50	9,5	23,8	7,1	9,5
28	45,2	9,5	28,6	7,1	9,5
29	47,6	7,1	33,3	4,8	7,1
30	40,5	9,5	31	11,9	7,1
31	33,3	11,9	28,6	11,9	14,3
32	33,3	19	23,8	9,5	14,3
33	35,7	21,4	16,7	9,5	16,7
34	31	23,8	19	4,8	21,4
35	38,1	21,4	14,3	4,8	21,4
36	33,3	23,8	19	2,4	21,4
37	35,7	26,2	16,7	2,4	19
38	26,2	28,6	19	4,8	21,4
39	26,2	23,8	19	9,5	21,4
40	26,2	23,8	19	11,9	19
41	35,7	16,7	16,7	11,9	19
42	35,7	16,7	19	9,5	19
43	40,5	16,7	16,7	11,9	14,3
44	40,5	14,3	16,7	11,9	16,7
45	42,9	14,3	16,7	9,5	16,7
46	42,9	16,7	16,7	7,1	16,7
47	47,6	14,3	11,9	7,1	19
48	45,2	16,7	14,3	7,1	16,7
49	42,9	19	14,3	7,1	16,7
50	42,9	16,7	14,3	7,1	19
51	42,9	19	14,3	7,1	16,7
52	45,2	19	11,9	9,5	14,3
53	33,3	19	16,7	16,7	14,3
54	33,3	16,7	19	14,3	16,7
55	28,6	23,8	21,4	11,9	14,3
56	26,2	21,4	26,2	19	4,8
57	28,6	16,7	26,2	21,4	4,8
58	26,2	16,7	26,2	23,8	4,8
59	26,2	19	23,8	23,8	4,8
60	23,8	26,2	21,4	21,4	4,8

Robusta- Kaffee ohne Zucker:

Zeit in Sekunden	Süß	Bitter	Röst- Flavour	Adstringent	Sauer
0	0	2,4	0	0	7,1
1	0	2,4	0	2,4	4,8
2	0	9,5	4,8	2,4	4,8
3	0	19	14,3	4,8	4,8
4	0	26,2	19	9,5	9,5
5	0	23,8	23,8	11,9	9,5
6	0	23,8	23,8	16,7	11,9
7	0	23,8	23,8	19	14,3
8	0	16,7	33,3	21,4	11,9
9	2,4	21,4	33,3	23,8	7,1
10	2,4	23,8	28,6	19	16,7
11	2,4	23,8	26,2	21,4	16,7
12	0	28,6	28,6	23,8	11,9
13	0	31	31	19	11,9
14	0	40,5	28,6	14,3	9,5
15	0	35,7	31	14,3	14,3
16	0	35,7	31	16,7	11,9
17	0	35,7	33,3	16,7	9,5
18	0	42,9	28,6	16,7	9,5
19	0	40,5	28,6	19	9,5
20	0	40,5	28,6	19	9,5
21	0	38,1	33,3	16,7	9,5
22	0	38,1	28,6	21,4	9,5
23	0	33,3	31	19	14,3
24	0	35,7	28,6	14,3	19
25	0	33,3	28,6	16,7	19
26	0	31	31	19	16,7
27	0	33,3	28,6	16,7	19
28	0	31	33,3	16,7	16,7
29	0	31	31	16,7	19
30	0	28,6	31	21,4	16,7
31	0	28,6	23,8	28,6	19
32	0	28,6	23,8	21,4	26,2
33	0	26,2	23,8	23,8	26,2
34	0	26,2	19	31	23,8
35	0	23,8	16,7	40,5	19
36	0	31	19	35,7	14,3
37	0	31	21,4	33,3	14,3
38	0	31	21,4	33,3	14,3
39	0	31	21,4	31	14,3
40	0	33,3	21,4	31	11,9
41	0	31	26,2	26,2	14,3
42	0	33,3	23,8	26,2	14,3
43	2,4	38,1	21,4	21,4	14,3
44	2,4	35,7	21,4	19	19
45	0	33,3	31	14,3	19
46	0	33,3	31	19	14,3
47	0	31	28,6	23,8	14,3
48	0	38,1	21,4	21,4	16,7
49	0	38,1	19	26,2	14,3
50	0	38,1	16,7	26,2	16,7
51	0	40,5	16,7	26,2	14,3
52	0	31	23,8	26,2	16,7
53	0	26,2	26,2	26,2	19
54	0	26,2	26,2	23,8	21,4
55	0	26,2	23,8	26,2	19
56	0	28,6	23,8	26,2	16,7
57	0	31	26,2	26,2	11,9
58	0	31	26,2	31	7,1
59	0	31	21,4	33,3	9,5
60	0	28,6	21,4	33,3	9,5

Robusta- Kaffee mit Zucker:

Zeit in Sekunden	Süß	Bitter	Röst- Flavour	Adstringent	Sauer
0	4,8	0	0	0	0
1	11,9	0	0	0	0
2	26,2	0	0	0	2,4
3	33,3	0	11,9	0	4,8
4	42,9	2,4	19	0	0
5	52,4	7,1	19	0	2,4
6	54,8	9,5	19	0	4,8
7	52,4	11,9	23,8	2,4	2,4
8	47,6	16,7	23,8	2,4	2,4
9	50	16,7	28,6	2,4	0
10	42,9	16,7	31	4,8	2,4
11	40,5	19	23,8	9,5	4,8
12	42,9	21,4	21,4	9,5	4,8
13	35,7	21,4	28,6	9,5	4,8
14	33,3	16,7	28,6	16,7	4,8
15	33,3	16,7	23,8	19	7,1
16	35,7	19	16,7	19	9,5
17	35,7	19	14,3	21,4	9,5
18	35,7	16,7	23,8	16,7	7,1
19	35,7	16,7	23,8	19	4,8
20	35,7	16,7	26,2	16,7	4,8
21	35,7	21,4	23,8	14,3	4,8
22	40,5	19	26,2	9,5	4,8
23	38,1	14,3	28,6	9,5	9,5
24	40,5	14,3	31	7,1	7,1
25	31	19	35,7	7,1	7,1
26	31	14,3	35,7	9,5	7,1
27	40,5	14,3	26,2	7,1	9,5
28	40,5	14,3	26,2	7,1	9,5
29	42,9	14,3	23,8	7,1	9,5
30	38,1	16,7	23,8	11,9	7,1
31	40,5	19	19	11,9	7,1
32	42,9	21,4	16,7	9,5	7,1
33	38,1	26,2	16,7	7,1	9,5
34	28,6	28,6	19	11,9	9,5
35	28,6	31	21,4	9,5	7,1
36	31	31	19	11,9	4,8
37	28,6	26,2	19	19	4,8
38	28,6	26,2	21,4	19	2,4
39	28,6	23,8	21,4	19	4,8
40	31	21,4	21,4	19	4,8
41	35,7	21,4	16,7	19	4,8
42	40,5	26,2	9,5	16,7	2,4
43	45,2	23,8	4,8	14,3	7,1
44	47,6	21,4	7,1	9,5	9,5
45	47,6	16,7	14,3	7,1	9,5
46	45,2	19	16,7	7,1	7,1
47	40,5	16,7	19	11,9	7,1
48	35,7	23,8	16,7	11,9	7,1
49	42,9	23,8	14,3	9,5	4,8
50	40,5	19	21,4	7,1	7,1
51	33,3	21,4	16,7	14,3	7,1
52	35,7	19	9,5	21,4	7,1
53	26,2	23,8	9,5	26,2	7,1
54	28,6	23,8	11,9	23,8	4,8
55	28,6	23,8	11,9	26,2	2,4
56	26,2	16,7	11,9	35,7	2,4
57	23,8	14,3	16,7	35,7	2,4
58	33,3	23,8	11,9	21,4	2,4
59	35,7	26,2	9,5	19	2,4
60	35,7	26,2	9,5	19	2,4

7. Rohdatentabelle Dominanzraten TDE

Arabica- Kaffee ohne Zucker:

Zeit in Sekunden	Aktiv	Enttäuscht	Ruhig	Zufrieden	Interessiert
0	2,4	2,4	2,4	0	2,4
1	2,4	2,4	2,4	0	7,1
2	2,4	4,8	2,4	0	7,1
3	0	9,5	4,8	0	14,3
4	2,4	19	7,1	2,4	21,4
5	4,8	23,8	7,1	2,4	21,4
6	4,8	28,6	4,8	4,8	28,6
7	11,9	31	7,1	2,4	26,2
8	14,3	33,3	9,5	4,8	19
9	14,3	33,3	11,9	11,9	11,9
10	14,3	33,3	11,9	14,3	16,7
11	16,7	31	11,9	21,4	14,3
12	19	28,6	11,9	21,4	14,3
13	21,4	26,2	9,5	28,6	11,9
14	23,8	21,4	9,5	28,6	14,3
15	23,8	23,8	11,9	26,2	11,9
16	23,8	26,2	14,3	21,4	11,9
17	21,4	26,2	16,7	16,7	16,7
18	19	26,2	16,7	16,7	19
19	16,7	26,2	16,7	16,7	21,4
20	16,7	26,2	19	14,3	21,4
21	14,3	23,8	16,7	21,4	23,8
22	11,9	26,2	16,7	23,8	21,4
23	14,3	28,6	11,9	19	26,2
24	16,7	31	11,9	19	21,4
25	26,2	28,6	7,1	19	19
26	26,2	33,3	11,9	14,3	14,3
27	35,7	26,2	11,9	11,9	14,3
28	33,3	23,8	9,5	14,3	19
29	33,3	23,8	9,5	14,3	19
30	31	28,6	9,5	14,3	16,7
31	31	31	11,9	11,9	14,3
32	28,6	31	9,5	14,3	16,7
33	26,2	31	9,5	16,7	16,7
34	26,2	31	11,9	11,9	19
35	28,6	31	14,3	7,1	19
36	35,7	26,2	14,3	7,1	16,7
37	38,1	23,8	14,3	7,1	16,7
38	40,5	21,4	16,7	4,8	16,7
39	40,5	21,4	19	4,8	14,3
40	40,5	21,4	19	7,1	11,9
41	33,3	21,4	21,4	11,9	11,9
42	28,6	21,4	19	16,7	14,3
43	31	21,4	19	14,3	14,3
44	33,3	16,7	21,4	11,9	16,7
45	31	21,4	19	11,9	16,7
46	28,6	26,2	14,3	19	11,9
47	31	26,2	14,3	11,9	16,7
48	31	26,2	11,9	11,9	19
49	33,3	26,2	4,8	14,3	21,4
50	28,6	26,2	7,1	14,3	21,4
51	31	23,8	4,8	19	19
52	28,6	26,2	7,1	21,4	14,3
53	28,6	23,8	14,3	19	11,9
54	28,6	23,8	14,3	21,4	9,5
55	31	23,8	14,3	19	9,5
56	31	23,8	14,3	19	9,5
57	26,2	26,2	14,3	23,8	7,1
58	21,4	26,2	14,3	26,2	9,5
59	21,4	26,2	16,7	23,8	9,5
60	19	23,8	19	23,8	9,5

Arabica- Kaffee mit Zucker:

Zeit in Sekunden	Aktiv	Enttäuscht	Ruhig	Zufrieden	Interessiert
0	0	2,4	0	0	4,8
1	0	2,4	0	2,4	7,1
2	0	2,4	0	2,4	7,1
3	4,8	2,4	2,4	2,4	11,9
4	9,5	9,5	2,4	11,9	19
5	16,7	14,3	4,8	16,7	19
6	14,3	14,3	4,8	19	21,4
7	19	16,7	4,8	23,8	19
8	21,4	14,3	7,1	16,7	26,2
9	23,8	11,9	9,5	16,7	26,2
10	28,6	9,5	14,3	14,3	23,8
11	16,7	11,9	19	19	23,8
12	19	14,3	19	19	19
13	19	11,9	21,4	19	19
14	19	11,9	16,7	21,4	21,4
15	16,7	11,9	19	26,2	16,7
16	16,7	16,7	19	23,8	14,3
17	14,3	16,7	21,4	26,2	14,3
18	14,3	19	23,8	23,8	14,3
19	11,9	21,4	26,2	19	16,7
20	14,3	21,4	28,6	16,7	14,3
21	16,7	21,4	31	16,7	9,5
22	23,8	19	23,8	11,9	16,7
23	21,4	19	23,8	9,5	21,4
24	21,4	19	26,2	7,1	23,8
25	21,4	21,4	23,8	11,9	19
26	23,8	14,3	21,4	16,7	21,4
27	23,8	14,3	19	21,4	19
28	23,8	16,7	19	28,6	9,5
29	23,8	16,7	14,3	31	14,3
30	26,2	16,7	14,3	31	11,9
31	23,8	14,3	21,4	31	9,5
32	23,8	11,9	26,2	28,6	9,5
33	21,4	11,9	26,2	31	9,5
34	19	11,9	28,6	28,6	11,9
35	23,8	11,9	33,3	23,8	7,1
36	21,4	14,3	33,3	23,8	7,1
37	16,7	16,7	35,7	21,4	9,5
38	19	14,3	35,7	21,4	9,5
39	19	14,3	33,3	19	14,3
40	16,7	14,3	35,7	19	14,3
41	19	16,7	28,6	21,4	14,3
42	16,7	14,3	28,6	26,2	14,3
43	16,7	14,3	28,6	21,4	19
44	19	14,3	28,6	16,7	21,4
45	19	11,9	26,2	19	21,4
46	16,7	21,4	23,8	14,3	21,4
47	16,7	23,8	19	19	19
48	21,4	21,4	19	19	16,7
49	21,4	23,8	16,7	19	16,7
50	16,7	21,4	19	21,4	19
51	14,3	21,4	23,8	19	19
52	11,9	21,4	23,8	26,2	14,3
53	7,1	21,4	23,8	26,2	19
54	4,8	21,4	23,8	26,2	21,4
55	4,8	19	23,8	26,2	23,8
56	7,1	19	23,8	28,6	19
57	7,1	21,4	23,8	28,6	16,7
58	7,1	21,4	26,2	26,2	16,7
59	9,5	21,4	26,2	21,4	16,7
60	9,5	21,4	26,2	21,4	16,7

Robusta- Kaffee ohne Zucker:

Zeit in Sekunden	Aktiv	Enttäuscht	Ruhig	Zufrieden	Interessiert
0	7,1	2,4	0	0	0
1	9,5	2,4	0	0	0
2	9,5	7,1	0	2,4	0
3	4,8	16,7	0	4,8	9,5
4	4,8	26,2	7,1	4,8	11,9
5	7,1	31	9,5	9,5	9,5
6	11,9	40,5	9,5	9,5	7,1
7	11,9	42,9	11,9	4,8	14,3
8	14,3	42,9	9,5	4,8	19
9	16,7	38,1	9,5	4,8	26,2
10	14,3	38,1	11,9	4,8	26,2
11	16,7	38,1	11,9	4,8	23,8
12	16,7	38,1	11,9	4,8	23,8
13	16,7	40,5	11,9	4,8	23,8
14	16,7	35,7	14,3	4,8	26,2
15	14,3	38,1	14,3	7,1	23,8
16	16,7	38,1	11,9	7,1	23,8
17	16,7	35,7	14,3	4,8	26,2
18	21,4	33,3	14,3	7,1	21,4
19	23,8	33,3	16,7	2,4	21,4
20	26,2	35,7	16,7	2,4	16,7
21	28,6	35,7	11,9	4,8	14,3
22	28,6	38,1	11,9	4,8	11,9
23	28,6	33,3	7,1	7,1	16,7
24	23,8	38,1	4,8	7,1	19
25	23,8	40,5	4,8	9,5	16,7
26	26,2	40,5	4,8	11,9	11,9
27	21,4	42,9	2,4	14,3	14,3
28	16,7	45,2	2,4	14,3	16,7
29	19	40,5	2,4	16,7	16,7
30	19	35,7	4,8	16,7	19
31	19	31	11,9	16,7	14,3
32	16,7	33,3	14,3	11,9	16,7
33	14,3	38,1	16,7	9,5	14,3
34	16,7	35,7	16,7	9,5	14,3
35	16,7	33,3	19	9,5	14,3
36	19	33,3	16,7	9,5	14,3
37	21,4	33,3	16,7	9,5	11,9
38	23,8	28,6	16,7	9,5	14,3
39	21,4	28,6	16,7	9,5	16,7
40	21,4	31	14,3	7,1	19
41	19	31	19	4,8	16,7
42	16,7	31	19	4,8	19
43	16,7	28,6	19	4,8	21,4
44	19	28,6	14,3	7,1	21,4
45	21,4	26,2	14,3	9,5	19
46	23,8	23,8	14,3	9,5	19
47	26,2	23,8	14,3	14,3	11,9
48	23,8	26,2	14,3	16,7	9,5
49	31	21,4	16,7	14,3	7,1
50	26,2	23,8	16,7	14,3	9,5
51	26,2	26,2	21,4	7,1	9,5
52	26,2	21,4	26,2	2,4	14,3
53	21,4	26,2	28,6	0	14,3
54	19	31	28,6	0	11,9
55	19	28,6	26,2	4,8	11,9
56	21,4	26,2	23,8	7,1	11,9
57	19	26,2	23,8	7,1	14,3
58	19	26,2	26,2	7,1	11,9
59	19	26,2	26,2	4,8	9,5
60	19	26,2	26,2	4,8	9,5

Robusta- Kaffee mit Zucker:

Zeit in Sekunden	Aktiv	Enttäuscht	Ruhig	Zufrieden	Interessiert
0	2,4	4,8	0	0	2,4
1	2,4	4,8	0	2,4	2,4
2	7,1	4,8	0	2,4	4,8
3	9,5	7,1	0	4,8	9,5
4	9,5	7,1	2,4	14,3	11,9
5	11,9	14,3	4,8	19	14,3
6	9,5	21,4	2,4	21,4	21,4
7	11,9	26,2	2,4	19	23,8
8	14,3	28,6	2,4	19	19
9	16,7	21,4	7,1	21,4	21,4
10	23,8	19	7,1	26,2	16,7
11	19	19	9,5	21,4	23,8
12	19	19	14,3	19	21,4
13	19	19	16,7	16,7	21,4
14	19	16,7	19	19	19
15	16,7	14,3	28,6	11,9	21,4
16	16,7	14,3	28,6	11,9	21,4
17	16,7	14,3	31	14,3	21,4
18	14,3	14,3	31	14,3	23,8
19	16,7	14,3	31	14,3	21,4
20	16,7	14,3	31	14,3	21,4
21	16,7	16,7	28,6	16,7	19
22	19	16,7	28,6	16,7	16,7
23	19	16,7	26,2	19	16,7
24	21,4	21,4	23,8	19	14,3
25	19	19	26,2	19	16,7
26	19	21,4	19	23,8	16,7
27	21,4	16,7	19	26,2	16,7
28	14,3	21,4	16,7	31	16,7
29	16,7	19	19	26,2	19
30	16,7	23,8	19	26,2	14,3
31	16,7	23,8	19	26,2	14,3
32	14,3	21,4	21,4	23,8	19
33	14,3	21,4	21,4	21,4	21,4
34	16,7	21,4	21,4	19	21,4
35	16,7	16,7	21,4	19	26,2
36	16,7	14,3	21,4	19	28,6
37	16,7	14,3	21,4	21,4	26,2
38	16,7	14,3	21,4	21,4	26,2
39	16,7	14,3	23,8	16,7	28,6
40	14,3	14,3	26,2	19	26,2
41	9,5	19	26,2	21,4	23,8
42	9,5	16,7	19	28,6	26,2
43	11,9	16,7	21,4	26,2	23,8
44	11,9	14,3	21,4	28,6	21,4
45	14,3	14,3	21,4	28,6	19
46	16,7	16,7	21,4	23,8	19
47	23,8	16,7	23,8	21,4	11,9
48	23,8	16,7	26,2	21,4	9,5
49	21,4	16,7	26,2	19	14,3
50	21,4	16,7	23,8	19	16,7
51	21,4	16,7	21,4	23,8	14,3
52	23,8	14,3	28,6	19	11,9
53	23,8	14,3	28,6	16,7	14,3
54	28,6	14,3	23,8	16,7	14,3
55	26,2	14,3	23,8	16,7	16,7
56	28,6	14,3	26,2	16,7	11,9
57	26,2	16,7	26,2	16,7	11,9
58	26,2	16,7	26,2	16,7	11,9
59	23,8	19	23,8	19	11,9
60	23,8	19	23,8	19	11,9

8. Ergebnisse Post Hock Tukey

Mehrfachvergleiche

Tukey-HSD

Abhängige Variable	(I) Kaffeegruppe	(J) Kaffeegruppe	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Süß	A_OZ	A_MZ	-24,09524	2,32275	,000	-30,1241	-18,0664
		R_OZ	,66667	2,32275	,992	-5,3622	6,6955
		R_MZ	-21,00000	2,32275	,000	-27,0289	-14,9711
	A_MZ	A_OZ	24,09524	2,32275	,000	18,0664	30,1241
		R_OZ	24,76190	2,32275	,000	18,7331	30,7908
		R_MZ	3,09524	2,32275	,544	-2,9336	9,1241
	R_OZ	A_OZ	-,66667	2,32275	,992	-6,6955	5,3622
		A_MZ	-24,76190	2,32275	,000	-30,7908	-18,7331
		R_MZ	-21,66667	2,32275	,000	-27,6955	-15,6378
	R_MZ	A_OZ	21,00000	2,32275	,000	14,9711	27,0289
		A_MZ	-3,09524	2,32275	,544	-9,1241	2,9336
		R_OZ	21,66667	2,32275	,000	15,6378	27,6955
Bitter	A_OZ	A_MZ	9,52381	2,45527	,001	3,1510	15,8966
		R_OZ	,54762	2,45527	,996	-5,8252	6,9204
		R_MZ	7,66667	2,45527	,011	1,2938	14,0395
	A_MZ	A_OZ	-9,52381	2,45527	,001	-15,8966	-3,1510
		R_OZ	-8,97619	2,45527	,002	-15,3490	-2,6034
		R_MZ	-1,85714	2,45527	,874	-8,2300	4,5157
	R_OZ	A_OZ	-,54762	2,45527	,996	-6,9204	5,8252
		A_MZ	8,97619	2,45527	,002	2,6034	15,3490
		R_MZ	7,11905	2,45527	,022	,7462	13,4919
	R_MZ	A_OZ	-7,66667	2,45527	,011	-14,0395	-1,2938
		A_MZ	1,85714	2,45527	,874	-4,5157	8,2300
		R_OZ	-7,11905	2,45527	,022	-13,4919	-,7462
Röst_Flavour	A_OZ	A_MZ	2,52381	2,31010	,695	-3,4722	8,5198
		R_OZ	-1,00000	2,31010	,973	-6,9960	4,9960
		R_MZ	2,33333	2,31010	,744	-3,6627	8,3294
	A_MZ	A_OZ	-2,52381	2,31010	,695	-8,5198	3,4722
		R_OZ	-3,52381	2,31010	,425	-9,5198	2,4722
		R_MZ	-,19048	2,31010	1,000	-6,1865	5,8055
	R_OZ	A_OZ	1,00000	2,31010	,973	-4,9960	6,9960
		A_MZ	3,52381	2,31010	,425	-2,4722	9,5198
		R_MZ	3,33333	2,31010	,475	-2,6627	9,3294

	R_MZ	A_OZ	-2,33333	2,31010	,744	-8,3294	3,6627
		A_MZ	,19048	2,31010	1,000	-5,8055	6,1865
		R_OZ	-3,33333	2,31010	,475	-9,3294	2,6627
Adstringenz	A_OZ	A_MZ	7,40476	2,31575	,009	1,3941	13,4154
		R_OZ	-,59524	2,31575	,994	-6,6059	5,4154
		R_MZ	4,71429	2,31575	,179	-1,2964	10,7250
	A_MZ	A_OZ	-7,40476	2,31575	,009	-13,4154	-1,3941
		R_OZ	-8,00000	2,31575	,004	-14,0107	-1,9893
		R_MZ	-2,69048	2,31575	,652	-8,7012	3,3202
	R_OZ	A_OZ	,59524	2,31575	,994	-5,4154	6,6059
		A_MZ	8,00000	2,31575	,004	1,9893	14,0107
		R_MZ	5,30952	2,31575	,104	-,7012	11,3202
	R_MZ	A_OZ	-4,71429	2,31575	,179	-10,7250	1,2964
		A_MZ	2,69048	2,31575	,652	-3,3202	8,7012
		R_OZ	-5,30952	2,31575	,104	-11,3202	,7012
Sauer	A_OZ	A_MZ	1,54762	2,06082	,876	-3,8014	6,8966
		R_OZ	-,42857	2,06082	,997	-5,7776	4,9204
		R_MZ	4,83333	2,06082	,092	-,5157	10,1823
	A_MZ	A_OZ	-1,54762	2,06082	,876	-6,8966	3,8014
		R_OZ	-1,97619	2,06082	,773	-7,3252	3,3728
		R_MZ	3,28571	2,06082	,385	-2,0633	8,6347
	R_OZ	A_OZ	,42857	2,06082	,997	-4,9204	5,7776
		A_MZ	1,97619	2,06082	,773	-3,3728	7,3252
		R_MZ	5,26190	2,06082	,056	-,0871	10,6109
	R_MZ	A_OZ	-4,83333	2,06082	,092	-10,1823	,5157
		A_MZ	-3,28571	2,06082	,385	-8,6347	2,0633
		R_OZ	-5,26190	2,06082	,056	-10,6109	,0871
Aktiv	A_OZ	A_MZ	4,23810	2,81653	,437	-3,0724	11,5486
		R_OZ	2,78571	2,81653	,756	-4,5248	10,0962
		R_MZ	3,83333	2,81653	,526	-3,4772	11,1438
	A_MZ	A_OZ	-4,23810	2,81653	,437	-11,5486	3,0724
		R_OZ	-1,45238	2,81653	,955	-8,7629	5,8581
		R_MZ	-,40476	2,81653	,999	-7,7153	6,9057
	R_OZ	A_OZ	-2,78571	2,81653	,756	-10,0962	4,5248
		A_MZ	1,45238	2,81653	,955	-5,8581	8,7629
		R_MZ	1,04762	2,81653	,982	-6,2629	8,3581
	R_MZ	A_OZ	-3,83333	2,81653	,526	-11,1438	3,4772
		A_MZ	,40476	2,81653	,999	-6,9057	7,7153
		R_OZ	-1,04762	2,81653	,982	-8,3581	6,2629

Enttäuscht	A_OZ	A_MZ	5,38095	3,48267	,413	-3,6585	14,4204
		R_OZ	-3,88095	3,48267	,681	-12,9204	5,1585
		R_MZ	4,88095	3,48267	,500	-4,1585	13,9204
	A_MZ	A_OZ	-5,38095	3,48267	,413	-14,4204	3,6585
		R_OZ	-9,26190	3,48267	,042	-18,3014	-,2224
		R_MZ	-,50000	3,48267	,999	-9,5395	8,5395
	R_OZ	A_OZ	3,88095	3,48267	,681	-5,1585	12,9204
		A_MZ	9,26190	3,48267	,042	,2224	18,3014
		R_MZ	8,76190	3,48267	,061	-,2776	17,8014
	R_MZ	A_OZ	-4,88095	3,48267	,500	-13,9204	4,1585
		A_MZ	,50000	3,48267	,999	-8,5395	9,5395
		R_OZ	-8,76190	3,48267	,061	-17,8014	,2776
Ruhig	A_OZ	A_MZ	-5,14286	2,84765	,274	-12,5341	2,2484
		R_OZ	-,83333	2,84765	,991	-8,2246	6,5579
		R_MZ	-4,40476	2,84765	,412	-11,7960	2,9865
	A_MZ	A_OZ	5,14286	2,84765	,274	-2,2484	12,5341
		R_OZ	4,30952	2,84765	,432	-3,0817	11,7008
		R_MZ	,73810	2,84765	,994	-6,6532	8,1294
	R_OZ	A_OZ	,83333	2,84765	,991	-6,5579	8,2246
		A_MZ	-4,30952	2,84765	,432	-11,7008	3,0817
		R_MZ	-3,57143	2,84765	,593	-10,9627	3,8198
	R_MZ	A_OZ	4,40476	2,84765	,412	-2,9865	11,7960
		A_MZ	-,73810	2,84765	,994	-8,1294	6,6532
		R_OZ	3,57143	2,84765	,593	-3,8198	10,9627
Zufrieden	A_OZ	A_MZ	-3,47619	2,34879	,452	-9,5726	2,6202
		R_OZ	4,02381	2,34879	,320	-2,0726	10,1202
		R_MZ	-2,88095	2,34879	,611	-8,9774	3,2155
	A_MZ	A_OZ	3,47619	2,34879	,452	-2,6202	9,5726
		R_OZ	7,50000	2,34879	,009	1,4036	13,5964
		R_MZ	,59524	2,34879	,994	-5,5012	6,6917
	R_OZ	A_OZ	-4,02381	2,34879	,320	-10,1202	2,0726
		A_MZ	-7,50000	2,34879	,009	-13,5964	-1,4036
		R_MZ	-6,90476	2,34879	,019	-13,0012	-,8083
	R_MZ	A_OZ	2,88095	2,34879	,611	-3,2155	8,9774
		A_MZ	-,59524	2,34879	,994	-6,6917	5,5012
		R_OZ	6,90476	2,34879	,019	,8083	13,0012
Interessiert	A_OZ	A_MZ	-,23810	1,98585	,999	-5,3925	4,9163
		R_OZ	,28571	1,98585	,999	-4,8687	5,4401
		R_MZ	-1,19048	1,98585	,932	-6,3449	3,9639

A_MZ	A_OZ	,23810	1,98585	,999	-4,9163	5,3925
	R_OZ	,52381	1,98585	,994	-4,6306	5,6782
	R_MZ	-,95238	1,98585	,964	-6,1068	4,2020
R_OZ	A_OZ	-,28571	1,98585	,999	-5,4401	4,8687
	A_MZ	-,52381	1,98585	,994	-5,6782	4,6306
	R_MZ	-1,47619	1,98585	,879	-6,6306	3,6782
R_MZ	A_OZ	1,19048	1,98585	,932	-3,9639	6,3449
	A_MZ	,95238	1,98585	,964	-4,2020	6,1068
	R_OZ	1,47619	1,98585	,879	-3,6782	6,6306