



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Grundlagen- und Sensoriktests an Sous-vide Garern
unter dem Aspekt des Temperatureinflusses auf das
Garergebnis.

verfasst von / submitted by

Christina Theimer

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

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 333 477

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Deutsch UF
Haushaltsökonomie und Ernährung
UniStG

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Petra Rust

Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei meiner Dozentin Frau Dr. Monika Blechinger- Zahnweh bedanken, durch Sie hatte ich die Möglichkeit praktische Untersuchungen an einer anderen Universität durchzuführen. Sie hat uns von Anfang bis Ende bei unserem Vorhaben begleitet und für uns alles in die Wege geleitet. Zudem war Sie immer für uns erreichbar und ist uns jederzeit mit konstruktivem Rat zur Seite gestanden.

Ein weiteres Dankeschön geht an meine offiziellen BetreuerInnen Frau Ass. – Prof. Mag. Dr. Petra Rust und Prof. Dr. Michael Greiner. Durch Sie wurden wir ebenfalls in unserem Vorhaben bestärkt und unterstützt. Beide verfolgten unser Vorhaben und haben uns mit einer angenehmen Abwicklung viel Stress abgenommen. In diesem Zuge will ich mich noch bei unserer guten Fee vor Ort bedanken: B.Sc. Stefanie Berthold. Sie hatte uns in der Abwesenheit von Prof. Dr. Michael Greiner immer zur Seite gestanden, wenn wir Sie gebraucht haben oder es ein Problem mit den Geräten bzw. mit dem Versuchsaufbau gegeben hat.

Zum Abschluss möchte ich noch meiner Familie und Freunden danken, welche mich auf meinem ganzen Weg durchs Studium unterstützt haben.

Kurzfassung

Sous- vide Garen ist eine schonende Zubereitungsart von vakuumverpackten Lebensmitteln unter genau kontrollierter Hitze. Durch die Verpackung sind die Nahrungsmittel vor Nährstoffverlusten geschützt und erhalten ihre einzigartige Konsistenz. [1 - 4]

In dieser Arbeit wurden die drei verschiedene Sous- vide- Garer *ALLPAX*, *Fusion-chef* und *Steba*, hinsichtlich der Wasserumwälzung bei verschiedenen Volumina, Temperaturgenauigkeiten im Bereich von 55-60 °C, sowie der Positionierung des Garguts, verglichen. Zudem wurde getestet, ob geringe Temperaturunterschiede eine Veränderung in Zartheit, Farbe und Saftigkeit bei der Zubereitung von Rindfleisch bewirken. Des Weiteren wurde überprüft, ob es einen merkbaren Unterschied zwischen Kalt- und Warmstartproben gibt.

Das *ALLPAX* Haushaltsgerät ist ein geschlossenes Kompaktgerät, welches über keine Wasserzirkulation verfügt, und hat im Vergleich zu den anderen Geräten am schlechtesten abgeschnitten. Es hat nie die Soll-Temperatur erreicht, die Temperaturanzeige war ungenau und es hat am längsten gebraucht, um das Wasser zu erhitzen. Der *Fusion-chef* und der *Steba* sind Aufsatzgeräte mit integrierter Wasserzirkulation und erreichten immer die eingestellte Soll-Temperatur. Hinsichtlich der Erhitzungsdauer lag der *Steba* im Mittelfeld und der *Fusion-chef* lieferte die besten Ergebnisse.

Die extern gemessene Wassertemperatur zeigt im Vergleich zur Temperaturanzeige der Geräte bei allen Geräten Ungenauigkeiten an. Bei *Steba* und *Fusion chef* betragen die Abweichungen 0,2 – 0,4 K und beim *ALLPAX* 0,2 – 0,5 K. Die Kerntemperatur im Gargut wich bei allen Geräten maximal 0,2 K von der eingestellten Soll-Temperatur ab.

Bei den Versuchsreihen zur Sensorik konnte erfasst werden, dass es für ein ungeschultes Panel fast unmöglich ist, bei geringen Gradunterschieden geschmackliche Abweichungen bezüglich der Saftigkeit und Zartheit von Rindfleisch zu erkennen. Lediglich in der Farbe manifestierten sich klare Unterschiede. Bei der Warm- und Kaltstartprobe stellten 75 % der ProbandInnen eine Andersartigkeit fest.

Abstract

Sous vide cooking is a gentle and easy food preparation method where the food is vacuum-packed and cooked at a carefully controlled temperature. The packaging protects the food from the loss of nutrients and conserves its unique texture. [1 - 4]

This thesis compares three different sous vide cookers – *ALLPAX*, *Fusion-chef* and *Steba* – with respect to their efficiency of water circulation at different volumes, the temperature accuracy within the range of 55 – 60 °C, and the positioning of the food within the cooker. The effect of small variations in the cooking temperature on tenderness, color and succulence of beef was tested. It was also tested if flavor and texture were different when the beef was cooked starting from cold water or using pre-heated water.

The *ALLPAX* cooker is a water oven without an integrated water circulator and had an inferior performance compared to the other cookers: It never reached the set temperature, the temperature display was inaccurate, and it was slow in heating the water. The *Fusion chef* and the *Steba* are immersion circulators that are equipped with a water circulation. They always reached the set temperatures, with the *Fusion chef* heating up faster than the *Steba*.

When the water temperature was measured with an external thermometer and compared to the temperature displayed by the device's thermometer, the *Steba* and *Fusion chef* showed differences of 0.2 – 0.4 K and the *ALLPAX* a difference of 0.2 – 0.5 K. The maximum difference between the core temperature of the sample and the set water temperature was 0.2 K.

An untrained testing panel could not distinguish any organoleptic differences with respect to succulence and tenderness in samples of beef prepared at slightly different temperatures. The color, however, was clearly different. 75% of the testing panel could also distinguish between samples of beef cooked at different starting temperatures.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung	7
2. Theoretische Grundlagen	9
2.1 Grundbegriffe	10
2.1.1 Garen.....	10
2.1.2 Garzeit und -prozess	10
2.1.3 Cook & Hold / Cook & Chill.....	11
2.1.4 Wärmetransport und Wärmeübertragung	12
2.2 Sous-vide Garen	13
2.2.1 Küchentechnische Aspekte	13
2.2.2 Vorteile.....	14
2.2.3 Nachteile	14
2.2.4 Lebensmittelsicherheit.....	15
2.4 Gartemperaturen und Zusammensetzung der Lebensmittel	18
2.4.1 Fisch und Meeresfrüchte	19
2.4.2 Rindfleisch	19
2.4.3 Schwein, Geflügel, Wild	20
2.4.4 Obst, Gemüse, Getreide, Hülsenfrüchte	20
2.5 Humansensorik.....	21
2.5.1 Sensorik Fleisch.....	22
2.5.2 (verwendete) Testmethoden	22
3. Material und Methodik.....	25
3.1 Versuchsgeräte.....	25
3.1.1 Wasserbad.....	25
3.1.2 Heißluftdämpfer	28
3.2 Messgeräte und Zubehör	29
3.3 Methodik.....	31
3.3.1 Grundlegender Prozess	31
3.3.2 Durchführung der Versuche	31
4. Ergebnisse Grundlagenversuche.....	36
4.1 Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit von der Positionierung des Ersatzlebensmittels .	36
4.2 Vergleich des Temperaturanstiegs beim Einsatz mit und ohne Vakuum- Beutel	38
4.3 Einfluss der Position des Garguts auf die Kerntemperaturentwicklung.....	40
4.4 Einfluss der verwendeten Wassermenge auf die Temperaturentwicklung.....	44
4.5 Einfluss der Wasserumwälzung auf die Temperaturverteilung	47

4.6 Regelgenauigkeit der Versuchsgeräte	52
4.7 Vergleich Kaltstart mit Warmstart.....	53
4.8 Grundlagenversuche Kombidämpfer	55
4.9 Vergleich und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	57
5. Ergebnisse Humansensorik	59
5.1 Vorversuche.....	59
5.2 Sensorik Teil 1.....	59
5.2.1 Fehlerquellen	60
5.2.2 Analyse und Ergebnis der Ankreuzbögen „Sensorik Teil 1“	61
5.3 Sensorik Teil 2.....	64
5.3.1 Fehlerquellen	64
5.3.2 Analyse und Ergebnis der Ankreuzbögen „Sensorik Teil 2“	64
6. Diskussion	68
7. Zusammenfassung.....	71
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	73
Abbildungsverzeichnis	76
Tabellenverzeichnis	76
Anhang.....	77

1. Einleitung und Zielsetzung

Die folgende Arbeit ist in Kooperation mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf am Campus Triesdorf entstanden.

Heutzutage gibt es die unterschiedlichsten Zubereitungs-Technologien im Catering, in Food-Service Bereichen und bei der Essenszubereitung zu Hause. Eine recht neue, und bei Köchen angesehene Zubereitungsart ist das Sous-vide Garen. Dieser Prozess wurde Mitte der 1970er in Frankreich entwickelt. Das Grundprinzip ist das Garen von Lebensmitteln bei niedrigen Temperaturen über einen längeren Zeitraum. Wichtig ist dabei ein hitzebeständiger, vakuumierter Plastikbeutel, der die Nahrungsmittel einschließt. [5]

In den letzten Jahren haben immer mehr Köche in den nobelsten Restaurants begonnen, auch Fleisch in Vakuumverpackungen bei sehr niedrigen Temperaturen (55 – 60 °C) im Wasserbad, über einige Stunden oder sogar Tage, zu „kochen“. Die Methode wird als „low temperature long-time cooking or sous-vide cooking“ [6] bezeichnet. Ein Grund für diese Fleisch- Zubereitung sind folgende Vorzüge: eine weiche Konsistenz sowie die zarte Farbe des Fleisches. Außerdem ist die Zubereitung bei niedrigen Temperaturen weniger sensibel, bezogen auf zeitliche Änderungen, im Vergleich zu den traditionellen Zubereitungsmethoden. Das kann als deutlicher Vorteil in einer Restaurantküche gesehen werden. [6]

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es verschiedene Sous-vide Garer miteinander zu vergleichen und den Einfluss von Temperatur und Wasserumwälzung auf das Garprodukt Rindfleisch zu untersuchen. Die Arbeit selbst lässt sich in drei Großkapitel unterteilen: Theorie, Methodik und Ergebnisse.

Die ersten Kapitel dienen somit der rein theoretischen Einführung in das Thema „Sous-vide“ und „Sensorik“ und sollen relevante Inhalte erläutern. Im nächsten Großthema werden Versuche erklärt, die (zur Grundlage) für die Sensorikversuche dienen. Diese Grundlagenversuche beziehen sich auf die Temperatur, sowie die Wasserumwälzung, und deren Auswirkung auf das Gargut. In diesen Grundlagenversuchen wurden Versuche in unterschiedlichen Temperaturstufen und im Mehrfachversuch durchgeführt. Dazu wurden Ersatzlebensmittel herangezogen und die Grundlagenversuche an diesen durchgeführt. Im Folgenden werden diese Testlebensmittel nur mehr als Stein/e bezeichnet. Bei den

Grundlagenversuchen stehen die Fragen nach Funktionsweise und Unterschiede der Gargeräte im Vordergrund. Diese dienen für die Einstellung zu den darauffolgenden Sensorikversuchen.

Bei der Sensorik soll die Erkenntnis gewonnen werden, ob minimale Temperaturunterschiede im Lebensmittel Rindfleisch durch Menschen, welche nicht auf Sensorik und Lebensmittelverkostung im Allgemeinen spezialisiert sind, herauszufinden sind. Dies soll durch unterschiedliche Testverfahren herausgefunden werden.

Im letzten Großthema werden die in der Methodik besprochenen Abläufe zu Ergebnissen zusammengefasst und abschließend in den letzten Kapiteln diskutiert und zusammengefasst.

Als Kernfragen können folgende manifestiert werden: Welche Unterschiede lassen sich zwischen den Geräten manifestieren? Gibt es einen merkbaren Unterschied in der Farbe und der Saftigkeit bei Rindfleischstücken, die in 2 K – 3 K Unterschieden zubereitet wurden? Gibt es einen sensorischen Unterschied zwischen Rindfleischstücken, welche eigentlich keinen Temperaturunterschied aufweisen, sondern lediglich von Anfang an mit in das Gerät gelegt wurden (Kaltstart) gegenüber Rindfleischstücken, welche erst bei der erreichten Soll-Temperatur mit in das Gerät gelegt wurden (Warmstart)?

2. Theoretische Grundlagen

Der Begriff Sous-vide kommt aus dem Französischen und bedeutet wörtlich übersetzt „unter Vakuum“. Teilweise wurde daraus der Begriff „Vakuumkochen“ abgeleitet. Diese Definition ist jedoch nicht ganz richtig, da durch die Herabsetzung der Temperatur kein kochen erfolgen kann. Vielmehr handelt sich hierbei um eine Zubereitungsmethode bei welcher Lebensmittel oder Zutaten, in vakuumversiegelten Plastikbeuteln bei niedrigen Temperaturen langsam gegart werden. Diese Methode unterscheidet sich damit von konventionellen Kochmethoden in zwei grundlegenden Aspekten:

1. Nahrungsmittel werden in Plastikbeuteln vakuumversiegelt und
2. Nahrungsmittel werden mit genau kontrollierter Hitze gegart. [1]

Zunächst bedeutet die Begrifflichkeit Sous-vide lediglich das Vakuumieren (von Lebensmitteln) in einem Vakuumbbeutel und schützt in erster Linie Lebensmittel vor raschem Verderb. [4]

Sous-vide ist allerdings nicht der ideale Name für diese Zubereitungsart, da die Vakuumverpackung nicht so entscheidend ist wie die exakte Temperaturkontrolle. Auch wenn der Terminus Präzisions-Kochen möglicherweise besser passen würde, hat sich Sous-vide durchgesetzt. [3]

Sous-vide wird demnach folgendermaßen definiert: „raw materials or raw materials with intermediate foods that are cooked under controlled conditions of temperature and time inside heat- stable vacuumized pouches“. [7] Der englische Terminus „cooked“ kann aus dem Zusammenhang mit dem deutschen „garen“ gleichgesetzt werden¹.

Die Vakuumverpackungen dienen dazu, dass Verdunstungsverluste von Aromastoffen und Feuchtigkeit während des Kochvorgangs verhindert werden. Weiterhin hemmen sie die Entstehung von Fremdaromen durch Oxidation. [8]

Nicht zuletzt reduziert das Vakuumieren aerobes bakterielles Wachstum. Eine effiziente und präzise Übertragung von thermischer Energie durch Wasser(dampf) auf die Nahrungsmittel ist vor allem bei der Zubereitung von Fisch und Fleisch

¹ Garen – to cook (<https://www.dict.cc/deutsch-englisch/garen.html> [11.07.18])

wichtig. [1]

Seit den 1990er- Jahren werden Sous-vide Prozesse von Ernährungswissenschaftlern aktiv erforscht. Das Hauptaugenmerk liegt darauf bei wenig verarbeiteten Lebensmitteln die Haltbarkeit zu verlängern. Aber erst ab der Mitte der 2000er wurde das Sous-vide Garen weitreichend bekannt. [1]

2.1 Grundbegriffe

Einige Grundbegriffe sollten im Zusammenhang mit dem Sous-vide Garen vorab geklärt werden.

2.1.1 Garen

Bei der Wärmebehandlung von Lebensmitteln wird in der Literatur meist sehr unterschiedlich unterteilt, wenn man jedoch von den Sonderverfahren wie Verdampfen, Destillieren, Pasteurisieren, Sterilisieren und Trocknen absieht, werden die Verfahren meist in drei Hauptgruppen eingeteilt: Auftauen, Erwärmen und Garen. Da für die folgende Arbeit nur der Garprozess von Bedeutung ist werden die beiden anderen Aspekte hier außer Acht gelassen. Bei der Wärmebehandlung von Lebensmitteln werden die meisten Verfahren der Hauptgruppe Garen zugeordnet. Beim Prozess des Garens ist es aus physikalischer Sicht günstig in feuchte und trockene Garverfahren einzuteilen. Wenn genügend Wasser oder Wasserdampf vorhanden ist können Gartemperaturen bis 100 °C erzielt werden, mit Überdruck sogar Temperaturen bis etwa 125 °C, dabei spricht man von Garen in feuchter Hitze. Beim Garen in trockener Hitze dagegen lassen sich in Fett Temperaturen bis 200 °C erzielen, jedoch ist diese Art des Garens nicht relevant für die nachfolgende Arbeit. [9]

2.1.2 Garzeit und -prozess

Unter der Garzeit oder Gardauer wird die gesamte thermische Behandlungs- oder Einwirkungszeit verstanden, die notwendig ist, um das Lebensmittel gar werden zu lassen, bzw. die für die gewünschte Zustandsveränderung des Lebensmittels erforderlich ist. Damit kann man sagen, dass durch die Wärmeeinwirkung auf das Lebensmittel der Garprozess beginnt und dieser beendet wird beim Erreichen des richtigen Garzustandes. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Dauer der

Wärmebehandlung. Vor allem die Art und der Zustand des/ der Lebensmittel, die Art des Garverfahren, die Menge und der Zerkleinerungsgrad der Lebensmittel sowie der erwünschte Garendzustand haben Auswirkung auf die Länge des Garprozesses. [10]

2.1.3 Cook & Hold / Cook & Chill

Grundsätzlich wird zwischen zwei Basis-Formen unterschieden: „[...] cook-hold or cook-serve and cook-chill or cook-freeze“. Bei der ersten Variante werden rohe oder vorgekochte Lebensmittel (vakuum)verpackt, pasteurisiert und dann warmgehalten, bis sie zum Verzehr serviert werden. [1]

Cook & Serve bzw. Cook & Hold Verfahren sind damit thermisch gekoppelte Prozesse, bei denen die Speisen ausgegeben werden, ohne diese abzukühlen. Wenn die frisch gekochten Speisen nach der Zubereitung noch länger als 30 Minuten heißgehalten werden, spricht man von Cook & Hold. [11]

Der Prozess des **Cook & Serve** und **Cook & Hold** (Abbildung 1) sieht folgendermaßen aus:

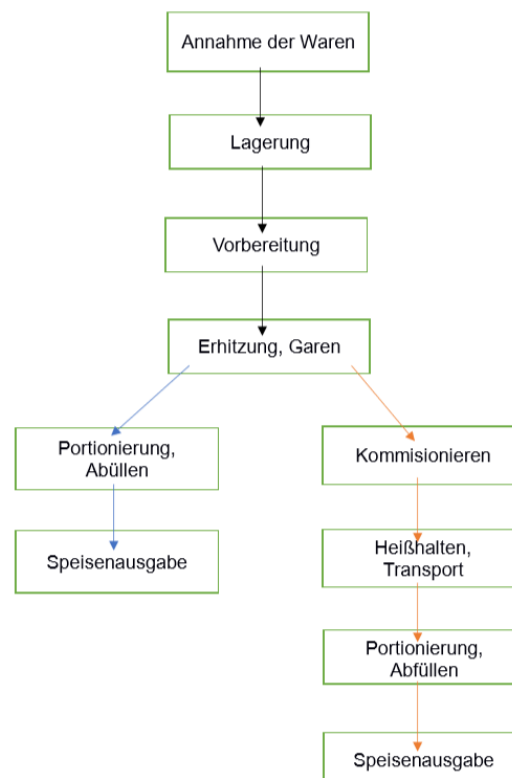


Abbildung 1 – Ablaufschema Cook & Serve (links) und Cook & Hold (rechts)
(Quelle: nach Kleiner / Reiche, 2016: 13)

Cook-chill oder Cook-freeze dagegen ist eine Methode bei der die Lebensmittel ebenfalls (vakuum)verpackt und pasteurisiert werden, aber danach schnell abgekühlt bzw. tiefgefroren und für die Wiederaufbereitung oder zum Servieren erneut erwärmt werden. Das Gefrieren oder das Kühlen der Lebensmittel unter definierten Bedingungen ist wichtig, da einige pathogene Mikroorganismen bei Kühlschranktemperaturen entstehen können und sich auch weiterhin vermehren können. [1]

Damit findet beim Cook & Chill eine thermische und zeitliche Entkopplung von Produktion und der Ausgabe der Lebensmittel statt. Es ist eines der modernsten Speiseproduktionsverfahren und ist in der Gemeinschaftsverpflegung weit verbreitet. Wenn die Speisen benötigt werden, werden diese unmittelbar vor dem Verzehr regeneriert (Endgaren). [11]

In der nachfolgenden Arbeit steht allerdings allein die Techniken des cook-serve bzw. des cook-hold im Mittelpunkt.

2.1.4 Wärmetransport und Wärmeübertragung

Wärmeenergie kann durch Strahlung, Leitung und Konvektion (Strömung) übertragen werden. Die Wärmestrahlung benötigt selbst keine Transportmittel, hier wird die Wärmeenergie durch elektromagnetische Wellen im Infrarotbereich ausgestrahlt und von Oberflächen, die im Strahlungsfluss liegen, absorbiert. Bei der Wärmeleitung wird Energie innerhalb eines Stoffes von Teilchen zu Teilchen weitergegeben. Wenn strömende Stoffteilchen ihre gespeicherte Wärmeenergie mitnehmen so spricht man von Wärmeströmung.

Für die Sous-vide Zubereitung steht allerdings vor allem die Wärmeübertragung im Vordergrund. Im engeren Sinn kann man von Wärmeübertragung sprechen, wenn die am Übertragungsprozess beteiligten Parteien, also Wärmelieferant und Wärmeempfänger, im Vordergrund stehen und nicht der Transportweg. Kontakt, Wärmedurchgang und Wärmeübergang stellen drei der wichtigsten Varianten der Wärmeübertragung dar. Von Kontakt wird gesprochen, wenn ein Wärmeübergang zwischen zwei festen, angrenzenden Körpern eine Wärmeübertragung stattfindet (z.B. Kochplatte - Pfanne). Wärmedurchgang bezeichnet den Übergang von einem strömenden Medium durch eine Wand in ein anderes strömungsfähiges Medium

(z.B. Gasflamme-Kochtopf-Kochwasser). Zuletzt kommt der für Sous-vide relevante Wärmeübergang, dieser beschreibt die Wärmeübertragung zwischen der Oberfläche eines „festen“ Körpers (Gargut) und einem strömenden Medium (Wasser) und beschreibt damit die Wärmeübertragung des Wassers auf das im Wasser befindliche Gargut. [10]

2.2 Sous-vide Garen

2.2.1 Küchentechnische Aspekte

Sous-vide wird mit dem Garen bei niedrigen Temperaturen verbunden, damit sind Gartemperaturen von unter 100 °C gemeint.

Lebensmittel die Sous-vide gegart werden sollten erst unmittelbar vor dem Garen vakuumiert werden. Bereits eingeschweißte Lebensmittel sollten aus ihrer Verpackung herausgenommen werden und erneut vakuumiert werden. Wenn das vorverpackte Lebensmittel nicht umgepackt wird, kann es zum Ausgasen des Lebensmittels kommen, was zu einer Luftansammlung im Beutel führt. Dadurch bilden sich sogenannte „Schwimmbblasen“ und der Garbeutel, samt Gargut, schwimmen an der Oberfläche – der Teil des Lebensmittels der aus dem Wasser ragt, gart dabei nicht so wie der im Wasser schwimmende Teil und es kommt zu einem ungleichmäßigen Ergebnis. [4]

Laut Stiftung Warentest funktioniert Garen im Plastikbeutel sogar ohne dem Luftentzug aus dem Beutel. Umso wichtiger scheint die Gartemperatur und -zeit zu sein. Allerdings wird betont, dass der persönliche Geschmack bei der Wahl der Temperatur und die Beschaffenheit des Garguts eine Rolle spielt. Als Beispiel wird ein vier Zentimeter dickes Steak, welches nach 90 Minuten bei 55 °C für viele perfekt sei, genannt. Angaben zu Gartemperaturen finden (Hobby)Köche in Gartabellen in Kochbüchern oder im Internet – diese sind aber immer nur als Richtwerte zu verstehen, die perfekte Temperatur ist laut den Experten nur durch eigenständiges Probieren individuell herauszufinden. Auch Stiftung Warentest ist der Meinung, dass die Dauer der Garzeit nicht so entscheidend ist, wie die Temperatúrauswahl, da das Gargut nicht heißer werden kann als die eingestellte Wassertemperatur. [12]

2.2.2 Vorteile

Das Garverfahren bietet gegenüber herkömmlichen Zubereitungsmethoden sehr viele Vorteile, wie die schonende Veränderung von Lebensmitteln unter Temperatureinwirkung. Bei Fleisch und Fisch verändern sich vorwiegend die Proteine, bei Gemüse und Obst dagegen die harten Zellwände.

Die Sous-vide Technik vereint im Gegensatz zu den anderen Niedertemperaturgarverfahren die meisten Vorteile, gegenüber Methoden wie Garen im Ofen, Pochieren, Confieren in Öl und Dämpfen. Die Wärmeübertragung ist durch das Wasser optimal, jedoch wird durch das Einschweißen der direkte Kontakt mit Wasser vermieden. Wenn Fond und aromatisierte Flüssigkeiten mit in den Garbeutel gegeben werden, kann genauso pochiert werden – mit dem Vorteil, dass eine geringere Menge an Sud gebraucht wird, trotz dessen ist das Ergebnis in seiner Geschmacks- und Aromaintensität sehr intensiv. Weiterhin kann das Gargut nicht dörren, wenn die Temperatur nicht zu hoch gewählt wurde. [2, 4]

Überdies kann die Kerntemperatur genau angepeilt werden: Die Wassertemperatur wird auf einen bestimmten Wert, welcher an das Lebensmittel angepasst wird, eingestellt und das Innere des Garguts nimmt nach einer Zeit genau diese Temperatur an. Damit können Übergaren und ein Wasserverlust verhindert werden. Für die Praxis kann mit wenigen Ausnahmen der Leitsatz $Wassertemperatur\text{ }^{\circ}C = Kerntemperatur\text{ }^{\circ}C$ manifestiert werden. Bei der Arbeit mit höheren Wassertemperaturen und kürzeren Garzeiten ist eine exakte Kontrolle der Gardauer erforderlich, um einen starken Wasserverlust und damit Garfehler zu vermeiden. [2, 4]

Zudem ist ein großer Vorteil die Planbarkeit, unter anderem für Catering und Gemeinschaftsverpflegung [2].

2.2.3 Nachteile

Ein Nachteil bleibt jedoch in der Sous-vide Küche bestehen: Durch die teils niedrigen Temperaturen ist keine Garantie für das sichere Abtöten aller Krankheitserreger gegeben. Damit ist vor allem das Geflügelfleisch als ein Risikofaktor zu sehen, welches vor allem mit *Campylobacter* belastet sein kann. Darum empfiehlt das Bundesinstitut für Risikobewertung Fleisch von Federtieren

auf mindestens 70 °C im Kern zu erhitzen, da ansonsten Durchfallerkrankungen auftreten können. Damit kommt es zu dem Dilemma, ob die Sicherheit im Vordergrund stehen sollte oder das Geschmackserlebnis dominiert. Als Empfehlung für Geflügel, welches bei niedrigen Temperaturen gegart wurde, spricht sich Titgemeyer, Professor für Lebensmittelmikrobiologie, für ein kurzes Anbraten nach dem Wasserbad aus. Die Bedenken bestehen allerdings nur für Geflügelfleisch, bei anderen Fleischsorten ist kein Risiko zu erwarten. Allerdings sollten Menschen mit geschwächtem Immunsystem, Senioren und Kinder vorsichtshalber Fleisch, welches bei niedrigen Temperaturen gegart wurde, meiden. [12]

Zudem ist nicht jedes Lebensmittel für Sous-vide geeignet. Grüne Gemüsearten wie Spargel oder Brokkoli verlieren zum Teil ihre Farbe und auch bei Reis und Getreidearten bringt das Sous-vide Garen keine Vorteile mit sich. [2]

2.2.4 Lebensmittelsicherheit

Neben dem Geschmack ist die Sicherheit bei der Lebensmittelzubereitung, abgesehen von bestimmten Lebensmitteln (vgl. 2.2.3 Nachteile), definitiv ein Vorteil des Sous-vide Garens. Pathogene Mikroorganismen können einerseits durch Zugaben von Säuren, Salzen und bestimmten Gewürzen abgetötet werden, aber auf der anderen Seite auch durch die richtig gewählte Temperatur. [13]

Bei der Zubereitung von Nahrungsmitteln durch Sous-vide Verfahren kann man in drei Kategorien unterscheiden:

- i. roh oder unpasteurisiert
- ii. pasteurisiert
- iii. sterilisiert

Bei der Pasteurisation werden die Nahrungsmittel kurzzeitig mit Hitze behandelt, um krankheitserregende und die meisten lebensmittelverderbenden Mikroorganismen abzutöten und für die teilweise Inaktivierung von lebensmitteleigenen Enzymen.

Es gibt auch einige Bakterien, die in der Lage sind Sporen zu bilden, welche gegen Chemikalien und Hitze resistent sind. Diesen vegetativen Mikroorganismen wirkt

man mit Sterilisation entgegen. [14, 15]

In jedem Temperaturbereich gibt es prinzipiell Bakterien und Keime, die sich vermehren können. Besonders Gartemperaturen zwischen 40 °C und 65 °C sind als problematisch anzusehen, da es viele Bakterien und Krankheitserreger gibt die Krankheiten oder Beschwerden verursachen können. Eine absolute Keimfreiheit kann nur bei Temperaturen über 85 °C gewährleistet werden, daher lassen sich Bakterien in den üblichen kochrelevanten Temperaturbereichen kaum vermeiden. Folgende Bakterien sind beim Sous-vide Prozess am „häufigsten“ beteiligt: Salmonella, Clostridium botulinum, E.coli O157 und Listeria. Diese Bakterienarten können in der anaeroben Umwelt des Plastikbeutels überleben und sich besonders bei Temperaturen zwischen 4,4 und 60 °C („warm-temperature danger zone“ [2]) gefährlich vermehren. Da die meisten Bakterien sich auf der Außenseite der Lebensmittel befinden (Ausnahmen z.B.: Hackfleisch und Eier), ist die Hygiene in der Küche das Um-und-auf in der Küchenpraxis. Auch wenn der unsachgemäße Umgang mit Lebensmitteln oder Transportwege als Risikofaktor gesehen werden können ist der Verbraucher oder der Koch selbst ein Bakterienträger. Durch einfache Maßnahmen wie Einhaltung der Hygienevorschriften, penible Säuberung der Arbeitsflächen und das Arbeiten mit Arbeitshandschuhen kann das Bakterienproblem eingedämmt werden. Das Bakterienwachstum kann zudem durch eine Hitze- oder Kältebehandlung limitiert werden. Darum sollte man Fleisch, welches nicht innerhalb von 3 Tagen verwertet wird, einfrieren. Daneben kann man durch das kurze Anbraten vor oder nach der Garung bei sehr hohen Temperaturen Bakterien abtöten und auch noch die fehlenden Röststoffe ergänzen. [2, 4]

2.3 Ernährungswissenschaftliche Aspekte des Sous-vide Garens

Neben der einzigartigen Konsistenz des Fleisches können auch verschiedene Gemüsesorten von den Vorteilen der Sous-vide Küche profitieren.

Der Konsum von Gemüse wird aufgrund ihres Nährwert- und sekundären Pflanzenstoffreichtums weltweit empfohlen. Diese sollen freie Radikale² binden

² „Radikale („Radikale sind Verbindungen, Atome oder Atomgruppen mit einem einsamen Elektron. Diese Spezies sind [...] äußerst reaktionsfähig.“) und reaktive Sauerstoffspezies sind in vielen Erkrankungen involviert. Normalerweise besteht ein gut geregeltes Gleichgewicht zwischen Radikalbildung und Radikalvernichtung. Bestimmte pathologische Zustände bewirken eine

und Krankheiten vereiteln. Auch für Gemüse bringt die Technik des Sous-vidé Vorteile mit sich:

Eine im Jahr 2018 durchgeführte Studie beschäftigte sich mit dem antioxidativen Potential von Gemüsearten im Allgemeinen. Es wurde die Zubereitung von Gemüse mit dem Sous-vidé Verfahren im Gegensatz zum üblichen Kochen verglichen. Allgemein kann für die Mehrheit der untersuchten Gemüsearten manifestiert werden, dass das antioxidative Potential in zubereitetem Gemüse reduziert ist, im Gegensatz zu rohem. Bei rotem Paprika und Kohlrabi, unabhängig von der Zubereitungsart, steigt das antioxidative Potential nach der Zubereitung. Beim Vergleich der Zubereitungsarten hat die Sous-vidé Methode mehr Vorteile. Gemüse wie Brokkoli, Tomaten, rote Zwiebeln, Frühlingszwiebeln, und einige mehr, hatten ein höheres antioxidatives Potential bei der Zubereitung mit Sous-vidé als bei der klassischen Zubereitungsmethode. [16]

2012 wurde eine Studie durchgeführt, welche spezifische Erkenntnisse des Sous-vidé Prozesses bezogen auf ernährungsbezogene Aspekte bei Karotten und Kohlsprossen erforschen wollte. Bei dieser Studie wurden Versuche an Karotten und Kohlsprossen durchgeführt, welche mit Sous-vidé zubereitet und eingekühlt wurden. Die Veränderung der sekundären Pflanzenstoffe (Phytochemicals: Karotinoide, Phenolverbindungen, Ascorbinsäure) und die antioxidative Kapazität wurden, im Vergleich zu den rohen und im Ofen gedünsteten Vergleichslebensmitteln, untersucht. Die durch Sous-vidé zubereiteten Karotten hatten einen höheren Anteil an Karotinoiden, Ascorbinsäure und Phenolverbindungen im Vergleich zu den gedünsteten Lebensmitteln, lediglich ein kleiner Verlust von Phenolverbindungen war während der Aufbewahrung der Sous-vidé Lebensmittel zu verzeichnen.

Bei den Kohlsprossen ergaben sich konträre Ergebnisse: Zwar konnten höhere Anteile an Karotinoiden festgestellt werden, jedoch wiesen die gedünsteten Lebensmittel einen höheren Anteil an Phenolverbindungen und Ascorbinsäure aus. Für Karotten scheint damit die Sous-vidé Methode eine geeignete Zubereitungsart, um die ernährungsphysiologische Qualität, auch nach langem

Inbalance [...] mit teilweise äußerst schädigenden Auswirkungen auf zellulärer Ebene.“ (LaboratoriumsMedizin/ Journal of Laboratory Medicine, 2009).

Kühlen, zu erhalten. Bei Kohlsprossen empfiehlt sie sich nur für die direkte Zubereitung und direkten Verzehr, um einen großen Abbau von Ascorbinsäure zu verhindern. [5]

2.4 Gartemperaturen und Zusammensetzung der Lebensmittel

Oftmals gibt es Empfehlungen für Gartemperaturen im Komma Stellenbereich, diese wirken sehr wissenschaftlich sind aber für eine Vielzahl von Anwendungen nicht praktikabel. Schon die spezifischen Produkteigenschaften haben Einfluss auf die Gartemperaturen von Fleisch und Fisch - Vorbedingungen, wie zum Beispiel das Alter des Tieres, die Abhängzeit des Fleisches oder die Reifung des Fleisches (im Stück oder portioniert) hätten schon eine enorme Auswirkung auf die exakte Garzeit und -temperatur. Da der Endverbraucher jedoch keinen Zugriff auf diese Informationen hat ist laut Tzschirner und Vilgis diese Angabe in Komma Stellen wenig vernünftig. Vielmehr ist eine Definition von Garbereichen sinnvoll, welche einen Toleranzbereich für jedes Lebensmittel bietet.

Für die Manifestierung der richtigen Gartemperatur ist es nützlich den molekularen Aufbau von Lebensmitteln etwas zu kennen. Tierische Lebensmittel lassen sich schon bei weit geringeren Temperaturen garen, als Hülsenfrüchte, Gemüse und Obst (Abbildung 2). [4]

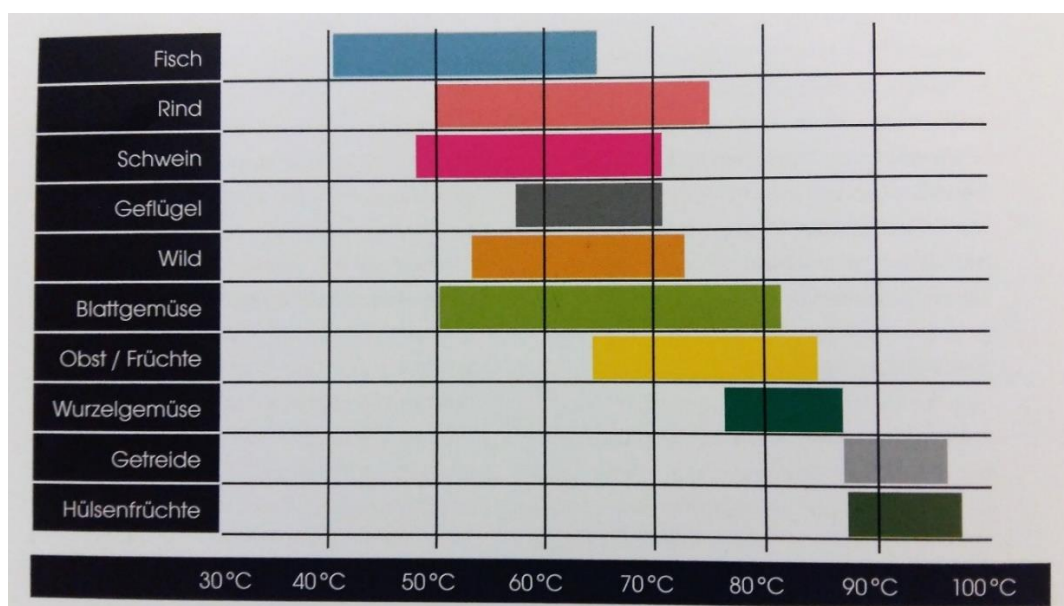


Abbildung 2 – Gartemperaturbereiche beim Sous-vide Garen von Lebensmitteln
(Quelle: Tzschirner / Vilgis, 2016: 12)

Sous-vide Garen ist jedoch nicht für die Zubereitung jedes Lebensmittels geeignet. Lebensmittel wie Knoblauch oder ein kräftiges Olivenöl können sich einen bitteren Geschmack aneignen und sind dadurch nur bedingt geeignet für die Sous-vide Zubereitung [17].

2.4.1 Fisch und Meeresfrüchte

Bei Fisch werden Temperaturbereiche von etwa 41 °C bis 65 °C gewählt, wobei die Untergrenze einer Temperierung entspricht - es werden also keine Garprozesse eingeleitet, lediglich die Textur wird etwas gelartiger im Vergleich zu rohem, kaltem Fisch. So niedrige Temperaturbereiche könnten problematisch werden, da sich eventuelle Krankheitserreger bei diesen Temperaturen relativ schnell vermehren können. Eine absolute Keimfreiheit ist allerdings erst bei Temperaturen über 85 °C möglich. [2, 4]

Hummer, Oktopus und Tintenfisch können zäh werden, wenn hohe Temperaturen verwendet werden. Durch die niedrige Hitze von Sous-vide können sie durchgegart werden und erlangen eine zarte Struktur. [2]

2.4.2 Rindfleisch

Je nach Beschaffenheit kann bei Rindfleisch in einem Temperaturbereich zwischen 50 °C und 75 °C gegart werden. Wenn ein Fleisch fast frei von Bindegewebe und gut abgehangen ist, können niedrige Temperaturbereiche gewählt werden, damit wird die Festigkeit gering erhöht. Dagegen macht es nur Sinn im hohen Temperaturbereich (> 70 °C) zu garen, wenn das Fleisch einen hohen Bindegewebeanteil (Kollagenanteil) hat.

Fleisch hat eine komplizierte Proteinzusammensetzung, es besteht aus fibrillären Muskelproteinen und Bindegewebe (Kollagen), welche in allen Körperpartien unterschiedlich sind. Das Muskelprotein besteht schon aus einer Vielzahl von Eiweißen, die bei divergenten Temperaturen denaturieren, damit verändert sich die Wasserbindungsfähigkeit und die Textur.

Myosin und Aktin, Proteine des Bewegungsapparats, sind die Hauptbestandteil der

Muskelfasern. Bereits diese beiden Hauptbestandteile haben unterschiedliche Denaturierungs- und damit Gartemperaturen. Für das Fleisch aller Tiergattungen lässt sich manifestieren, dass Myosin bereits zwischen Temperaturen von 40 °C und 50 °C gart und damit immer vor dem Aktinanteil. Damit sorgt es für eine gelartige, weiche, saftige Textur. Wenn Myosin vollständig denaturiert, setzt der Wasserverlust ein und das Fleisch schrumpft quer zur Faser. Aktin beginnt etwa 3 – 10 K höher zu denaturieren, abhängig von der Tiergattung und Muskelaufbau. Das Fleisch kontrahiert jedoch längs und die Flüssigkeit des Fleisches werden aus dem Gewebe gedrängt.

Kollagen ist das dritte wichtige Protein. Zwischen 55 °C und 62 °C wird es durch die tiereigenen Enzyme vordenaturiert, während zwischen 65 °C und 70 °C anschließend eine weitere Denaturierung durch die Temperatureinwirkung einsetzt. [4]

Bei der Zubereitung von Fleischstücken ist die Dicke dieser bedeutend. Umso dicker das Fleischstück ist, umso länger muss es im Wasserbad liegen, um die gewünschte Kerntemperatur zu erreichen. [18]

2.4.3 Schwein, Geflügel, Wild

Auch bei Schwein, Geflügel und Wild hängt die Temperaturwahl vom Bindegewebeanteil ab. Jedoch ist es ratsam diese Fleischarten durchzubraten oder durchzugaren, damit eventuelle Keime wie Salmonellen im Geflügel oder Trichinen im Schweinefleisch abgetötet werden. [4]

2.4.4 Obst, Gemüse, Getreide, Hülsenfrüchte

Wie anhand der Abbildung 2 erkennbar, liegen die Temperaturen bei pflanzlichen Lebensmitteln über den tierischen Lebensmitteln, am höchsten liegen hier Getreide und Hülsenfrüchten. Zurückzuführen ist das auf die harten Zellwände der pflanzlichen Lebensmittel. Bei der Pflanzenzelle liegt um die Zellmembran noch ein widerstandsfähiges Gebilde aus Zellulose, Pektin und anderen Polysacchariden. Diese Bestandteile sind nur durch höhere Temperaturen aufzubrechen. [4]

Zu erkennen ist, dass die Gartemperaturen proteinreicher Lebensmittel durchweg niedriger sind als die der pflanzlichen Lebensmittel. Dies ist auf den molekularen Aufbau zurückzuführen, wie sich beim Garen zeigt. Alle Lebensmittel zeigen eine unterschiedliche Zusammensetzung aus Proteinen, Eiweißen und Kohlenhydraten. Die Nährstoffe zeigen eine unterschiedliche Reaktion auf Temperaturen, wodurch die Auswahl der Gartemperatur schwierig wird. Tierische Lebensmittel werden beim Garen härter und pflanzliche weicher.

Grundsätzlich ist beim Sous-Vide Garen die (Kern)Temperatur entscheidend und nicht die Zubereitungsdauer. Wichtig ist auch, dass die Dicke der zu garenden Lebensmittel entscheidend ist. Die einzustellende Temperatur wird anhand der Dicke und der Art des Lebensmittels ermittelt, wobei es bei der Lebensmittelgruppe Gemüse fixe Werte gibt. Die Zubereitungsdauer kann von 20-30 Minuten bis hin zu mehreren Stunden dauern und ist von der Art des zubereitenden Lebensmittels abhängig. Wenn die Kerntemperatur und die Gewünschte Garstufe einmal erreicht ist, bleiben diese unverändert. Auch wenn die zubereiteten Lebensmittel einmal etwas länger im Wasserbad bleiben, ist ein „Übergaren“ der Nahrungsmittel so gut wie unmöglich. [4]

2.5 Humansensorik

Die Sensorik ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich mit Produkten bzw. deren Inhaltsstoffen beschäftigt und deren Wahrnehmung durch die menschlichen Sinne. Die Disziplin ist nicht nur auf Lebensmittel beschränkt, die Lebensmittelsensorik lässt sich allerdings als der bedeutendste Anwendungsbereich manifestieren. Sensorik kann generell immer als ein Zusammenspiel aus Produkt, Methode, Mensch (Testperson) und Situation (Testort) gesehen werden.

Verkosten per se bedeutet nicht gleich Sensorik, sie ist zwar Teil der Lebensmittelsensorik, aber nicht jede Verkostung ist gleich Sensorik, wobei Sensorik dagegen immer eine Verkostung beinhaltet. Bei einer Verkostung kann/können eine oder mehrere Person/en schon eine Rolle spielen und sie kann an jedem beliebigen Ort stattfinden. Bei der Sensorik sind die Hintergründe (Wie? Wo? Was? Wer?) entscheidender. Es sind immer mehrere Testpersonen, die zudem für die jeweilige Frage / Methode geeignet sein müssen, notwendig. Außerdem sollte die konkrete Fragestellung an einem geeigneten Testort (z.B.

Labor) stattfinden, die Methodik sollte sich dem entsprechend an die Fragestellung anpassen und anschließend statistisch ausgewertet werden. [19]

Aussagen über Lebensmittel können zum Teil nur durch sensorische Prüfungen getätigt werden. Vor allem die Lebensmittelindustrie, Testinstitute (Stiftung Warentest) sowie die amtliche Lebensmittelüberwachung wenden sensorische Überprüfungen an. In den Bereichen der Forschung und Entwicklung ist die Sensorik schon lange involviert, ein klassisches Einsatzgebiet wäre die Entwicklung neuer Produkte oder Rezepte. Testpersonen bewerten die Beschaffenheit von Neuentwicklungen und beurteilen deren Qualität und Konsumenten geben daneben ihre Akzeptanz und Präferenz für Produkte an. Aus diesen zusammengeführten Daten gewinnen Entwickler wichtige Informationen für die weitere strategische Planung und Optimierung für neue Produkte. [20]

2.5.1 Sensorik Fleisch

Sinneseindrücke ermitteln die sensorischen Eigenschaften von Lebensmitteln, zu diesen gehören:

Gustatorische → Geschmack

Olfaktorische → Geruch

Visuelle → Form, Farbe, Aussehen, Oberflächenbeschaffenheit

Auditorische → Temperatur, Klang / Geräusch, Tasteindruck.

Für Fleisch gibt es sensorische Eigenschaften, die besonders bedeutend sind. Dazu gehören die Zartheit, welche die Struktur der Muskelfasern, sowie Struktur und Gehalt des Bindegewebes beschreibt, der Geschmack und die Saftigkeit, welche durch den im Fleisch verbliebenen Fleischsaft überprüft werden kann. [21]

2.5.2 (verwendete) Testmethoden

Sensorische Testmethoden kann man in analytische (objektive) und hedonische (subjektive) Methoden einteilen.

Die analytischen Methoden sollten möglichst objektiv ablaufen, der Testort sollte ausgewählt sein (Labor) und auch die Testpersonen sollten selektiert werden und

teilweise auch trainiert werden. Mögliche Fragestellungen könnten hier sein, ob Unterschiede zwischen den Proben bestehen oder eine Zuordnung von Rangordnungen nach Intensität eines Attributes, sowie die Bewertung von Kriterien.

Die hedonischen Methoden dagegen sind eher subjektiv. Testorte können an den unterschiedlichsten Orten sein (zu Hause, im Einkaufszentrum, etc.) und auch die Testpersonen sind nicht geschult, sondern sind einfache Konsumenten, die zufällig ausgewählt werden. Fragestellungen gehen in Richtung subjektive Vorlieben und spielen eher auf Akzeptanz und Präferenz an. [9]

Bei der Darreichung der Testprodukte bei analytischen Testmethoden werden Proben immer verschlüsselt vorgelegt, meist in einer Codierung von dreistelligen Zufallszahlen. Jede Testperson bekommt die Proben in randomisierter Reihenfolge. [9]

Für die Erhebung im analytischen Rahmen werden meist Skalen verwendet, um die Attribute zu bewerten. Skalen sollten folgende Eigenschaften aufweisen: Verständlichkeit für Testpersonen, Unverzerrtheit (das Ergebnis darf durch die Skala nicht systematisch beeinflusst werden), Unkompliziertheit, Relevanz, Sensibilität für Unterschiede, Erlaubt statistische Auswertungen. [22]

2.5.2.1 Unterschiedsprüfungen – Dreieckstest und Same/Different- Test

Unterschiedsprüfungen werden oftmals bei Fragestellungen eingesetzt, um sehr ähnliche Produkte voneinander zu unterscheiden. Wie der Name schon aufweist, soll er der Ermittlung von Unterschieden in Proben dienen. [19, 20]

Der Triangletest oder auch Dreieckstest wird als die bekannteste und am weitesten verbreitetste Prüfungsmethode der Unterschiedsprüfungen gesehen. Die Durchführung dieser ist sehr simpel: Die Prüfpersonen bekommen jeweils drei Proben, wovon jedoch zwei gleich sind. Die Testpersonen sollen demnach herausfinden welche der drei Proben abweicht. [19]

Beim Same/Different Test werden zwei Proben verkostet die gleich oder unterschiedlich sein können, die Aufgabe der Prüfpersonen ist die Fällung einer Entscheidung, ob es sich um die gleiche oder unterschiedliche Proben handelt.

Statistisch soll dieser Test eine größere Power³ gegenüber dem Triangle-Test besitzen. [19]

2.5.2.2 Rangordnungsprüfung

Es werden zumindest drei Prüfproben in zufälliger Reihenfolge vorgelegt. Diese Proben sind in Hinblick auf vorgegebene Prüfkriterien (z.B.: Intensität eines bestimmten Attributs) in eine Reihenfolge zu ordnen. Dabei erhält man allerdings keine Informationen über das Ausmaß der Unterschiede zwischen den Proben. Dafür sind sie rascher und einfacher durchzuführen, als Prüfungen mit Skalen. [19]

³ „Statistische Power ist die Fähigkeit eines Tests, einen signifikanten Unterschied zu finden, wenn er existiert“ [23]

3. Material und Methodik

Für den Sous-*vide* Garprozess können einerseits Wasserbäder und andererseits Heißluftdämpfer verwendet werden. Eingesetzt wurden das *ALLPAX* Sous-Vide Gerät Modell SV 12, der *JULABO Fusion-chef* aus der *diamond sous vide collection*, der *Steba* SV 50 und der *RATIONAL Heißluftdämpfer SelfCookingCenter 101 WE*.

Im Mehrfachversuch wurden sowohl im Gerät, als auch an und in den Testlebensmitteln (Steinen), Temperatursensoren angebracht, um die Temperaturentwicklung aufzuzeichnen. In folgenden Kapiteln werden sie als *ALLPAX*, *Fusion-chef*, *Steba* und *Kombidämpfer* bezeichnet. Um einen Vergleich von Wasserbädern zu Heißluftdämpfern zu schaffen, wurden zusätzlich die Grundlagenversuche mit dem *Kombidämpfer* durchgeführt. Jedoch wurde der *Kombidämpfer* nicht weiter für die Sensorik verwendet, lediglich zum Warmhalten (Cook&Hold) der Probestücke.

3.1 Versuchsgeräte

3.1.1 Wasserbad

Beim Gebrauch von Wasserbädern wird das Gargut eingeschweißt und anschließend in das Wasserbad gelegt. In Wasserbädern wird das Gargut damit gleichmäßig von Wasser umgeben, somit schließen die Wassermoleküle den Kunststoffbeutel vollständig ein. Anders als im Heißluftdämpfer ist die Wärmeübertragung direkt, der Abstand der Wassermoleküle zum Gargut ist im Wasserbad damit sehr gering. [4]

Bei den Sous-*vide* Geräten kann man zwischen zwei Klassen unterscheiden: „immersion circulator“ und „water oven“ [18] Der immersion circulator wird in einem Topf fixiert (vgl. *Steba*, *Fusion-chef*). Dieses Gerät kann in verschiedenste Topfgrößen eingehängt werden und kann damit bei der Wassermenge variieren. Außerdem ist er kompakter bei der Aufbewahrung. Die Wasserofen- Geräte (water oven, vgl. *ALLPAX*) sind in ihrer Wassermenge durch ein vorgegebenes Wasserbecken begrenzt. Dazu nehmen sie viel Platz ein und in ihrer Handhabung (z.B. Wasser befüllen) schwerer zu bedienen, allerdings sind diese Geräte laut Hersteller besser für höhere Temperaturen geeignet. [18]

Das *ALLPAX*-Gerät erwärmt das Wasser im Becken ohne zusätzlicher Wasserzirkulation wogegen der *Fusion-chef* das Wasser durch eine Pumpe zirkulieren lässt. Bei beiden Geräten gab es nicht die Möglichkeit die Wasserzirkulation hinzu zu fügen bzw. zu blockieren. Aus diesem Grund wurde ein drittes Gerät (*Steba*) für die Testungen hinzugezogen. Dieses Gerät wurde für die Analyse der Wasserzirkulation hinzugezogen, deswegen wurden die Versuche auch nur bei einer Temperatur durchgeführt.

Neben den *Sous-vide* Geräten werden eine Vakuuiermaschine und spezielle Vakuumbutel benötigt. Die Butel müssen sich verschweißen lassen und sollen Temperaturen bis zu 100 °C standhalten.

ALLPAX – SousVide Gerät Modell SV 12

Dieses Gerät ist für den Haushaltsgebrauch gedacht und umfasst bei der Mindestfüllmenge rund 6 Liter Wasser. Laut Hersteller kann das *ALLPAX* Gerät Temperaturen von 0 °C - 100 °C (32 °F – 212 °F) erreichen und hat laut Hersteller eine mögliche Temperaturabweichung von etwa 0,1 K. Es wird eine Netzspannung von 230 V / 50 Hz benötigt, um eine Leistung von 600 W zu erreichen. Das Haushaltsgerät von *ALLPAX* verfügt über keine Wasserumwälzungsmöglichkeit. [24]

Lediglich kleine Düsen, welche seitlich im Wasserbad positioniert sind, bewegen das Wasser minimal. Die Erwärmung des Wasserbades wird durch die vermutlich im Boden positionierte Heizung erlangt.

JULABO – Fusion-chef, diamond premium sous vide collection

Dieses Gargerät ist ausschließlich für den gewerblichen Gebrauch deklariert. Der Anschluss dieses Geräts soll nur an Steckdosen mit Schutzkontakt (PE) und FI-Absicherung sicher garantiert sein. Das Gerät kann in jedes Wasserbad eingesetzt werden, wenn es die Fixierung zulässt. Bei den Grundlagenversuchen wurden meist rund 25 Liter Füllmenge verwendet, da die Fixierung an einem großen Wasserbad einfacher war. In einem Doppelversuch wurde das Gerät auf einen großen Topf aufgesetzt, welcher mit 6 Litern Wasser befüllt wurde. Damit sollte

gezeigt werden, wie das Gerät bei unterschiedlichen Wassermengen erhitzt. 6 Liter Wasser wurden gewählt, um eine Vergleichbarkeit zum *ALLPAX*-Gerät herzustellen.

Tabelle 1 – Richtwerte für Gartemperaturen von Fleisch (Julabo GmbH Betriebsanleitung, 2018: 27)

RICHTWERTE FÜR TEMPERATUREN BEI FLEISCH

ROH/BLUTIG	56-58 °C
MEDIUM	58-60 °C
ROSA	60-62 °C
DURCH	>62 °C

Laut dem Hersteller erreicht das Gerät Temperaturbereiche von 20 °C – 95 °C (68 °F – 203 °F). Auch die Abweichungen mit +/- 0,05 °C (~ 0,01 K) sind laut Hersteller geringer als beim *ALLPAX* Gerät. Die benötigte Netzspannung von 230 V (50-60 Hz) und die Leistung von 600W unterscheidet sich allerdings nicht vom *ALLPAX* Gerät.

Der *Fusion-chef* hat zusätzlich eine angegebene Wasserumwälzung von 14L / Minute. [25]

STEBA – SV 50

Der *Steba* soll mit Temperaturen bis zu 90 °C (194 °F) die geringste Erwärmung schaffen. Auch die Temperaturabweichung liegt laut der Bedienungsanleitung mit maximal ~0,5 K am höchsten. Mit der Wasserumwälzung von 8L / Minute hat das Gerät so wie der *Fusion-chef* eine Wasserzirkulation eingebaut. Die benötigte Netzspannung von 230 V unterscheidet sich auch hier nicht von den anderen beiden Geräten, die Leistung ist mit 800 W etwas höher angegeben als bei den anderen beiden. [26].

3.1.2 Heißluftdämpfer

Beim *Heißluftdämpfer* verläuft der Garprozess ähnlich wie im Wasserbad, nur das das eingeschweißte Gargut in den *Heißluftdämpfer* gelegt und dort gedämpft wird. Die Wärmeübertragung im Dampfgerar ist trotz gleicher Temperatur indirekt. Damit ist gemeint, dass im Kombidämpfer das Gargut von separierten Wassertropfen und Wasserdampf umgeben ist. Der Abstand der Wassermoleküle ist dabei um ein Vielfaches größer als der Abstand von zwei Wassermolekülen im Wasserbad. Dadurch ist die Wärmekopplung weniger effektiv und es kommt zu einer längeren Garzeit im Kombidämpfer. Dies spielt bei der Temperaturübertragung eine große Rolle: Der Abstand der Wassermoleküle im Wasserbad beträgt etwa 0,4 nm, im Dampf dagegen beträgt der mittlere Abstand, bei etwa 50 °C und unter Normaldruck bereits 43 nm – also das Hundertfache (siehe Abbildung 3). [4]

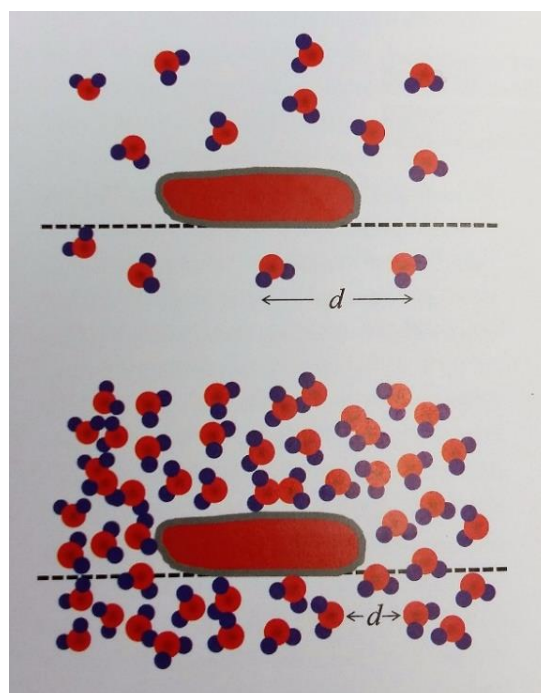


Abbildung 3 - Unterschied der Wärmeübertragung im Kombidämpfer unter Dampf (oben) und im Wasserbad mittels direktem Wasserkontakt (unten)
(Quelle: Tzschirner / Vilgis, 2016: 38)

Der *Heißluftdämpfer* ist jedoch im Gegensatz zu anderen Geräten, wie Kippbratpfannen, Kochkessel und Backöfen, das einzige Gerät bei dem man nicht nur ausschließlich trocken oder feucht garen kann, sondern auch beide Garmethoden gleichzeitig oder nacheinander anwenden kann. Durch den Einsatz

von Dampf können sich damit Vorteile wie die größere Wärmezufuhr durch Kondensation ergeben. Zusätzlich wird durch die Verwendung von unterschiedlichen Wärmeträgern (Heißluft und Dampf) ein weiterer Temperaturbereich gewährleistet. [27 - 29]

Rational SelfCookingCenter WE 101

Beim Rational SelfCookingCenter handelt es sich um einen *Heißluftdämpfer* der Rational AG. Dieser kann Temperaturen bis zu 300 °C erreichen, welches die Temperaturbereiche der Wasserbadgeräte um das Dreifache übersteigt. Der Hersteller gibt die Leistung der Heißluft bei 17,2 kW an, beim Dampf dagegen 9 kW. [30]

3.2 Messgeräte und Zubehör

1. Thermometer SD Card Data Logger, PCE-T390

2. Greisinger NiCr-Ni Drahtfühler GTF 300GS

3. MULTIVAC Verpackungsmaschine Typ C200

- Netzspannung: 230 V, 50 Hz
- Eingebaute Vakuumpumpe: 21 m³ / h
- Erreichbarer Enddruck: 2mbar
- Enddruck bei Grundlagenversuchen: ~ 16 mbar
- Enddruck bei den Lebensmittelversuchen: ~ 12-13 mbar

[29]

4. Evenord Siegelrand Beutel. Type: Multilayer. Größe: 180x240

5. Testlebensmittel Steine: Die Steine werden international als Testlebensmittel eingesetzt und sind für Temperaturmessungen standardisiert. Die kleinen Steine sind 2,5 cm dick und die großen 6,4 cm. Für das Sous-vide Garen ist die Dicke von Relevanz. Es wurden unterschiedliche Größen gewählt, um einen Vergleich zwischen einem großen und kleinen Fleischstück zu schaffen.



Abbildung 4 - unterschiedliche Größen der Testlebensmittel Steine. Die großen Steine haben eine Dicke von 6,4 cm, die kleinen Steine eine Dicke von 2,5 cm.

3.3 Methodik

3.3.1 Grundlegender Prozess

Typischerweise besteht der Sous-Vide Prozess aus den folgenden Schritten:

1. Vorbereitung: Das Gargut wird auch hier herkömmlich vorbereitet. Fleisch soll trocken getupft werden und Geflügel und Fisch sollten unter kaltem, fließendem Wasser abgespült werden.
2. Portionierung: Empfohlen wird, dass Gargut ganz zu belassen und es erst nach dem Garen zu portionieren, damit bleibt Fleisch in Form und saftiger.
3. Befüllung des Vakuumbeutels: Der Beutel soll mit dem Gargut und beliebig mit Kräutern oder Fond befüllt werden.
4. Vakuumieren
5. Thermalisieren: Das Gargut soll bei der gewünschten Temperatur in den Garer gelegt werden. Möglicherweise muss das Gargut beschwert oder runter gedrückt werden, um die Gleichmäßigkeit des Garprozesses zu gewährleisten.
6. Nach dem Garprozess: Das Gargut kann entweder sofort ausgepackt und verzehrt werden, es kann angebraten / gegrillt und dann verzehrt werden oder es kann gekühlt beziehungsweise zwischengelagert werden.

[4]

3.3.2 Durchführung der Versuche

3.3.2.1 Grundlagenversuche

Bevor Testungen am Lebensmittel durchgeführt werden können, war die Durchführung einiger Grundlagentests an Testlebensmitteln (Steinen - im weiteren Verlauf wird nur mehr der Begriff Stein/e verwendet - Abbildung 4) notwendig.

1. Zuerst wurde überprüft, ob es einen Unterschied in der Erhitzung bei Nicht-Verwendung von Vakuumverpackung bei großen Steinen in Abhängigkeit von der Positionierung gibt:

Das Sous- Vide Gerät *ALLPAX* und *Fusion-chef* wurde mit großen Steinen (Größe sichtbar in Abbildung 4) bestückt und eine Kerntemperaturmessung (bei 3,2cm) durchgeführt. Dazu wurden die Steine mittig angebohrt und mit

Temperatursensoren im Kern ausgestattet (alle Kerntemperaturmessungen wurden gleichwertig durchgeführt).

Diese wurden nicht vakuumiert und damit ohne Kunststoffbeutel in das Wasserbad gelegt. Anschließend wurden die Steine erhitzt und die Kerntemperatur, sowie die Wassertemperatur im Wasserbad extern, gemessen.

Die großen Steine wurden genutzt, um zu zeigen wie sich ein größeres Lebensmittelstück in den Wasserbädern der Sous-vide Garer verhalten würde. Dabei wurde der Stein horizontal und vertikal im Wasserbecken fixiert (Beispiel für Fixierung siehe Abbildung 5), um zu ermitteln ob es in der Erwärmung des Garguts, in Abhängigkeit von der Lage im Wasserbad, einen Unterschied gibt. Bei den großen Steinen wurde jeweils nur ein Temperaturbereich gewählt und dieser im Doppelansatz überprüft, da diese Größe des Garguts nicht für die weiteren Sensorikversuche relevant sind. Die Steine wurden von Anfang an mit in das Wasserbad hineingelegt (Kaltstart).

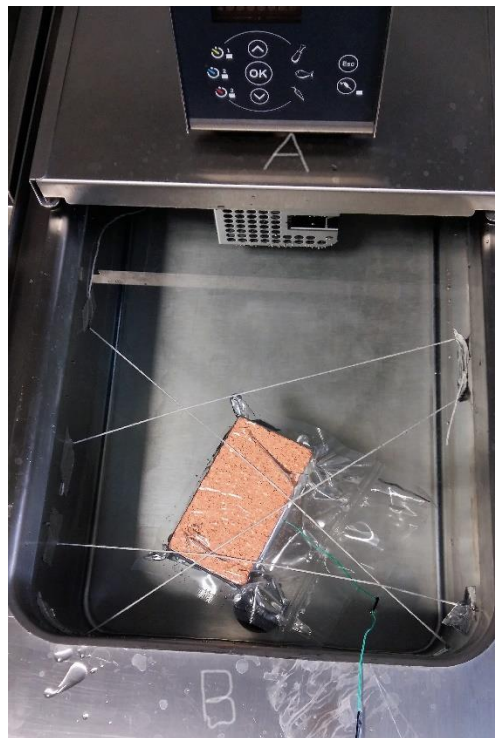


Abbildung 5 – Beispiel für Fixierung des Steins im Wasserbad.

2. Anschließend an die Versuche mit den großen Steinen, wurden kleinere Steine (Kerntemperaturmessung bei etwa 1,25cm) für weitere Versuche herangezogen:

Die Größe und die Dicke dieser wurden bei den nachfolgenden Sensorikversuchen

als Maß herangezogen, damit von den ungefähr gleichen Temperaturbedingungen ausgegangen werden kann.

Bei den kleinen Steinen wurde zuerst überprüft, ob es einen Unterschied in der Erhitzung bei Verwendung und bei Nicht-Verwendung von Vakuumverpackung gibt. Im Zuge dessen wurde auch evaluiert, ob die am Gerät eingestellte Temperatur wirklich der am Gerät angezeigten Temperatur, entspricht. Dazu wurden Temperatursensoren an verschiedenen Stellen im Wasserbecken angebracht. Alle nachfolgenden Versuche wurden mit Vakuumverpackung durchgeführt, da diese auch für die Sensorik notwendig ist. Bei den kleinen Steinen wurde zudem untersucht, ob die Position des Garguts einen Einfluss auf die Kerntemperaturentwicklung hat.

Zusätzlich wurde überprüft, ob die Geräte Unterschiede in ihrer Erhitzung und Temperaturentwicklung des Wassers aufweisen.

3. Ein weiterer analysierter Aspekt war der Moment des Hineinlegens des Garguts und damit der Unterschied beim Erhitzen: Ein Stein wurde immer zu Beginn des Erhitzungsprozesses mit ins Gerät mit hineingegeben (Kaltstart). Ein Zweiter wurde erst beim Erreichen der gewünschten Zieltemperatur ins Wasserbad hineingelegt (Warmstart). Diese Versuchsreihe wurde durchgeführt, da man in der Literatur immer die Anleitung findet, dass das Gargut erst in das auf die erwünschte Temperatur erwärmte Wasserbad zu geben ist [30]. Um eine Vergleichbarkeit zu schaffen wurden bei den drei durchgeführten Versuchen jeweils etwa 6 Liter Wasser verwendet.

Alle Versuche mit den kleinen Steinen wurden bei 56 °C, 58 °C und 60 °C durchgeführt, jedoch wird nachfolgend jeweils nur ein Temperaturbereich exemplarisch abgebildet.

Für die nähere Betrachtung der Wasserumwälzung wurde zusätzlich der *Steba* in die Grundlagenversuche miteinbezogen. Dieses Gerät wurde nur in einem Temperaturbereich verwendet (58 °C) und ebenso auf seine Abweichungen hin untersucht. Dieses ebenfalls für den Haushalt, aber auch für kleinere gewerbliche Küchen, verwendbare Gerät verfügt über eine Wasserumwälzung von 8L / Minute.

Außerdem wurde bei den Grundagentests ein *Kombidämpfer* zusätzlich in seiner Temperaturentwicklung untersucht, da in Sous-vide Literatur, oft der Kombidämpfer als Möglichkeit des Sous-vide Garens angegeben wird.

3.3.2.2 Sensorikversuche

Nach den Grundlagenversuchen wurden die Sensorikversuche durchgeführt. Bei diesen wurde überprüft, ob Unterschiede in Zartheit, Saftigkeit und Färbung bei geringen Temperaturunterschieden am Fleisch zu erkennen sind. Weiters wurde eruiert ob es einen Unterschied zwischen Fleischstücken gibt, welche einerseits bei Warmstart und andererseits bei Kaltstart in das Wasserbad hineingelegt wurden.

Vor den Sensorikversuchen wurde zusätzlich überprüft ob die Kerntemperaturmessung durch den Vakuumbbeutel, während des Garprozesses, praktikabel ist.

Für den ersten Sensorikteil wurden drei Temperaturbereiche gewählt (55 °C / 57 °C / 60 °C) um herauszufinden, ob es merkbare Unterschiede im 2-3 °C Abstand gibt. Dieser erste Versuch wurde gewählt, um sich an die Frage heran zu tasten ob Temperaturunterschiede im 1°C -Bereich im Gargut überhaupt zu schmecken sind. Nachdem das zweite Fleischstück beim Erreichen der Soll-Temperatur mit in den Garer gelegt wurde, wurden die Fleischstücke noch weitere 1 ½ Stunden im Garer gelassen, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen. Nach dieser Zeit wurde jedes Fleischstück rund 15 Sekunden auf jeder Seite angebraten, damit die fehlenden Röstaromen ergänzt werden. Zudem wurden pro Temperaturbereich ein Fleischhälfte zu Beginn (Kaltstart) mit in das Gargerät gelegt und die zweite Hälfte wurde erst in das Gerät gelegt, nachdem dieses die gewünschte Temperatur erreicht hatte (Warmstart). Als ProbandInnen wurden vier Personen (drei Männer, eine Frau) miteinbezogen.

Für den zweiten Teil der Sensorik wurden drei voneinander getrennte Durchläufe geplant. Der erste Durchlauf wurde als Rangordnungsreihung angelegt. Die Tester sollten drei Proben Rindfleisch in zwei separaten Kategorien ordnen: Zartheit und Färbung. Die drei Proben waren, wie in Sensorik Teil 1, in den Temperaturbereichen 55 °C, 57 ° und 60 °C in den Sous-Vide Geräten zubereitet

worden. Anders als im ersten Sensorik Teil wurden die Rindfleischstücke diesmal 50 Sekunden pro Seite angebraten, damit mehr Röstaromen entstehen konnten und die Proben einem konventionell angebratenen Steakstück näherkommen.

Der zweite Durchlauf sollte zur Unterscheidung zweier Proben, welche in Kalt- und Warmstart gegart wurden, dienen. Anders als beim ersten Sensorikteil sollten die Probanden diesmal keine Rangordnung erstellen, sondern lediglich beurteilen, ob es einen Unterschied zwischen den beiden Proben gibt oder nicht. Diese Beurteilungsform wurde gewählt, da beim ersten Sensorikteil die Rangordnung der Kalt- und Warmstartproben als schwer erschien.

Im letzten Teil der Sensorik sollte anhand eines Dreieckstests getestet werden, ob die Testpersonen die Probe herausfinden können, welche von den anderen zwei Proben abweicht oder ob generell ein Unterschied feststellbar ist. Leider gab es beim Warmhalten der Proben einen Zwischenfall, nach diesem konnten die Proben leider nicht mehr verwendet werden und der Teil wurde gestrichen.

Außerdem wurde zusätzlich das Alter und das Geschlecht evaluiert, um mögliche Tendenzen abzubilden. Es nahmen 5 Frauen und 2 Männer an diesem Durchlauf teil, eine Person gab kein Geschlecht an. Die Frauen befanden sich im Alter zwischen 20 und 60 Jahren, wobei der größte Teil sich im Alter zwischen 20-29 Jahren befand. Die zwei Männer befanden sich im Alter zwischen 40 – 60 Jahren (Siehe Anhang, Sensorik Teil 2).

In beiden Sensorikversuchen wurden Rindfleischstücke aus der Lende verglichen.

4. Ergebnisse Grundlagenversuche

4.1 Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit von der Positionierung des Ersatzlebensmittels

Im ersten Versuchsaufbau wurde die Kerntemperaturentwicklung in Abhängigkeit von der Positionierung des Steins überprüft. Die Steine wurden dafür vertikal und horizontal im Wasserbad fixiert. Für diese Versuchsreihe wurden das *ALLPAX* Gerät und der *Fusion-chef* verwendet.

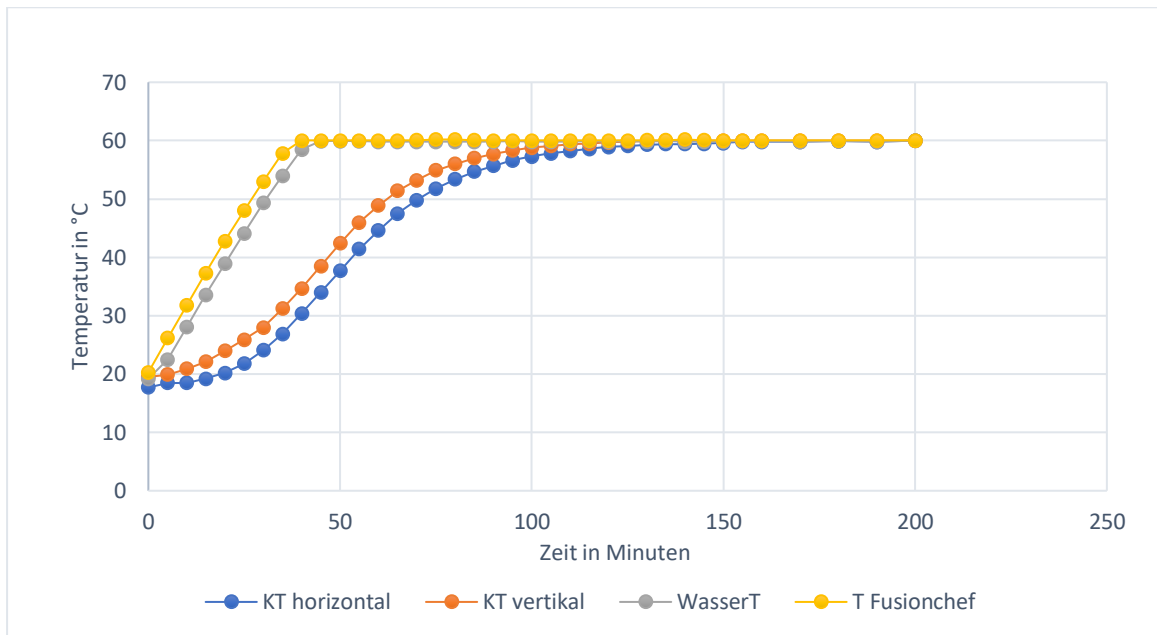


Abbildung 6 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer (Kerntemperatur Stein vertikal (KT vertikal), horizontal (KT horizontal), Wassertemperatur extern (WasserT), intern (T Fusionchef); Soll Temperatur 60 °C; große Steine; Fusion-chef)

Beim *Fusion-chef* ist erkennbar, dass die Temperaturanstiegskurve der unterschiedlich positionierten Steine sehr ähnlich verläuft (Abbildung 6). Auch der gemessene Wassertemperaturanstieg im Vergleich zu dem vom Gerät angezeigten Temperaturanstieg verläuft ähnlich. Der am Gerät angezeigte Temperaturanstieg liegt im Durchschnitt bei etwa 3 – 4 °C über dem tatsächlich gemessenen Temperaturanstieg im Wasser, jedoch erreicht die gemessene Wassertemperatur die eingestellten 60 °C. Diese Abweichung lässt sich auf die Wasserzirkulation zurückführen und die stattgefundenen Durchmischung des Wassers.

Zusätzlich zu den Sensoren im Kern und im Wasserbad wurden Sensoren außen am Stein angebracht. Diese wurden angebracht, um zu eruieren ob sich das

Wasserbad durch den *Fusion-chef* gleichmäßig erwärmt. Bei diesen Sensoren zeigte sich ebenfalls kaum ein Unterschied. Lediglich ein verzögerter Temperaturanstieg bei den Sensoren, welche sich weiter weg von dem Gerät befanden (siehe Abbildung 5 – Sensoren in der Nähe von Punkt B), war zu verzeichnen. Da für das Garergebnis lediglich die Kerntemperatur von Belang ist wurde in den folgenden Versuchen die außenliegenden Sensoren nicht erneut angebracht.

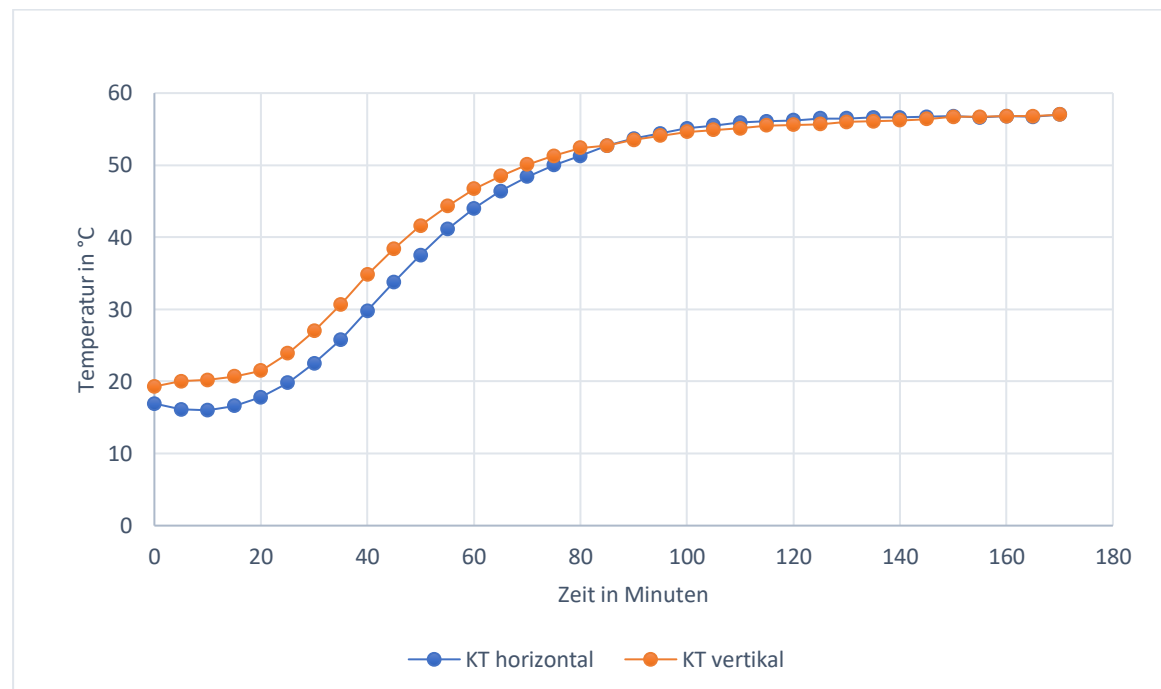


Abbildung 7 –Temperaturanstieg der Kerntemperatur (Kerntemperatur Stein horizontal (KT horizontal), vertikal (KT vertikal); Soll-Temperatur 57 °C; große Steine; ALLPAX)

Beim *ALLPAX* Gerät lässt sich ebenfalls eine sehr ähnliche Kurve des Temperaturanstiegs, bezogen auf die Positionierung der Steine, verzeichnen (Abbildung 7).

Beim direkten Vergleich der beiden Geräte wird die Tendenz sichtbar, dass die Kerntemperatur in den Steinen, welche vertikal positioniert wurden, gering schneller ansteigt. Dieses Ergebnis könnte durch die, in den horizontal positionierten Steinen, minimal geringere Kerntemperatur zu Beginn der Messung erklärt werden.

Beim *ALLPAX* Gerät betrug die Kerntemperatur am Anfang in der horizontalen Position 16,9 °C in der vertikalen Position dagegen 19,3 °C. Diese anfänglichen

Unterschiede könnten durch Messungenauigkeiten der Geräte, Unterschiede in der Wassertemperatur oder durch äußere Einflüsse wie Lagerung aufgetreten sein. Beim *Fusion-chef* konnte man ähnliche Temperaturunterschiede manifestieren. In der horizontalen Positionierung lag die Kerntemperatur zu Beginn bei 17,7 °C, in der vertikalen Position dagegen bei 19,5 °C.

Nachdem jedoch in beiden Positionierungen die Kerntemperatur schlussendlich erreicht wird, hat der verzögerte Anstieg in unterschiedlicher Lage des Garguts keinen Einfluss auf das Garergebnis.

4.2 Vergleich des Temperaturanstiegs beim Einsatz mit und ohne Vakuum- Beutel

Bei den Versuchen mit den kleinen Steinen, wurden diese zuerst ebenfalls ohne Plastikbeutel und anschließend zusätzlich mit Plastikbeutel in die Wasserbäder des *Fusion-chef* Geräts gegeben, um zu sehen ob es einen Unterschied in der Kerntemperaturentwicklung gibt.

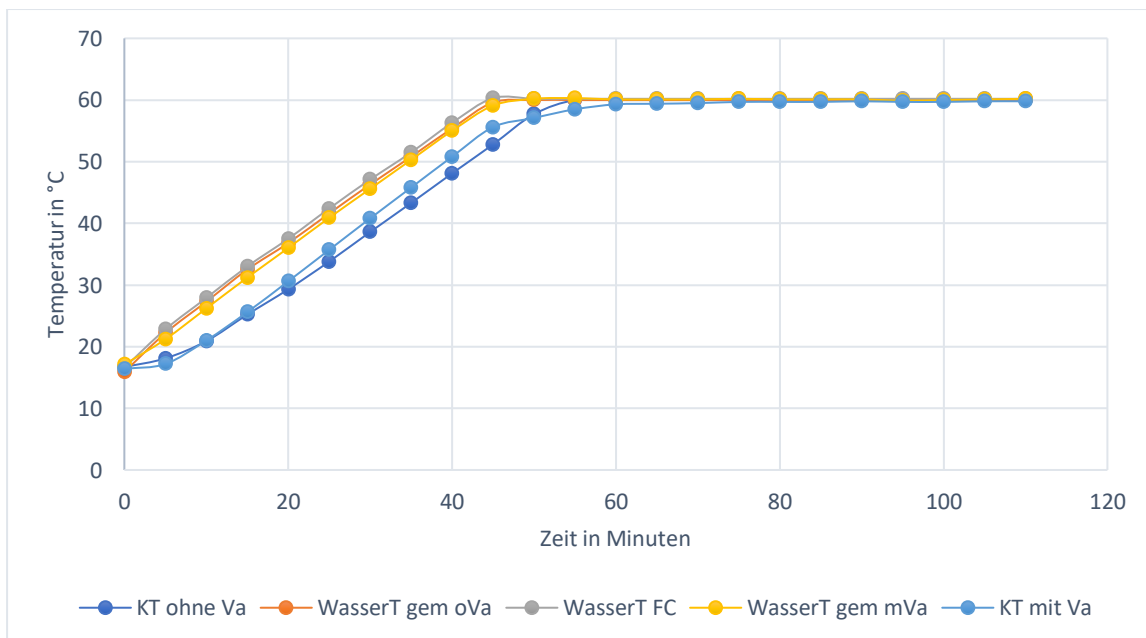


Abbildung 8 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer und von der (Nicht)Verwendung von Vakuumbeteln (Kerntemperatur Stein ohne Vakuumbbeutel (KT ohne Va), mit Vakuumbbeutel (KT mit Va), Wassertemperatur extern (Messdurchgang mit Vakuumbbeutel: WasserT gem mVa, ohne: WasserT gem oVa), intern (WasserT FC); Soll Temperatur: 60 °C; Fusion chef)

Die Abbildung 8 zeigt den Temperaturanstieg bei der (Nicht)Verwendung von Vakuumbüchsen. Der Temperaturanstieg der Kerntemperatur mit Vakuumbüchse ist geringfügig schneller als beim Kerntemperaturanstieg ohne Vakuumbüchse.

Beim Stein ohne Vakuumbüchse wurde zur Fixierung der Temperatursensoren (isolierendes) Klebeband verwendet (siehe Abbildung 9). Möglicherweise könnte der Unterschied in der Erwärmung durch die Beeinflussung des Klebebandes erklärbar sein. Da der Temperatursensor im Vakuumbüchse keine weitere Fixierung notwendig hatte, scheint dies die wahrscheinlichste Erklärung für den Unterschied im Temperaturverlauf zu sein. Da das Klebeband eine isolierende Wirkung hat, wird es den Wärmeeinfluss anfänglich abgeschwächt haben.

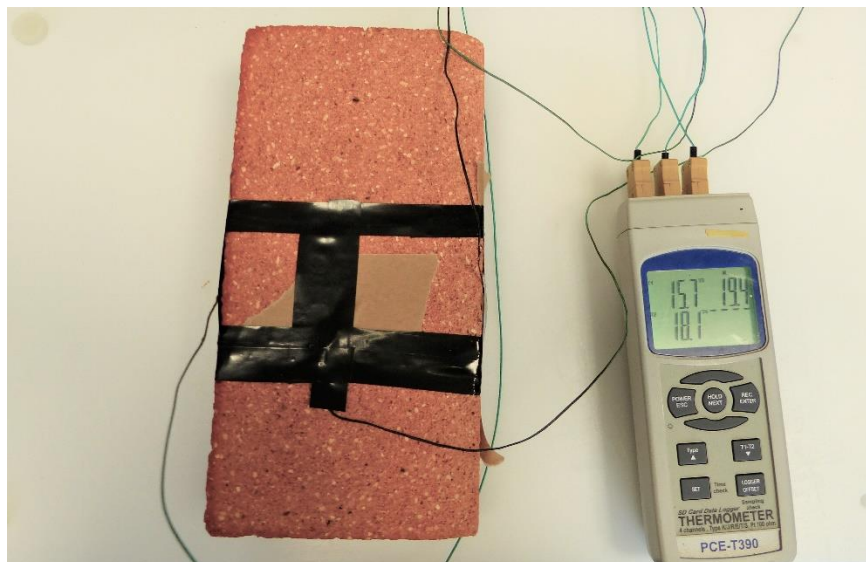


Abbildung 9 – Thermometer verbunden mit dem Stein zur Messung der Kerntemperatur ohne Vakuumbüchse. Zur Fixierung auf dem Stein wurde isolierendes Klebeband verwendet.

Jedoch ist der Temperaturunterschied sehr gering und gleicht sich auch am Ende aus. Aufgrund dessen scheint es für den Kerntemperaturanstieg nicht weiter entscheidend zu sein.

4.3 Einfluss der Position des Garguts auf die Kerntemperaturentwicklung

Da die Messung ohne Vakuum- Beutel jedoch für das Sous- vide Verfahren nicht weiter von Relevanz ist, wurden alle folgenden Versuche mit Vakuum- Beuteln durchgeführt. Die Verwendung von Vakuum Beuteln ist auch für die folgende Sensorik notwendig.

Die erste Versuchsreihe mit kleinen Steinen (2 Stück) wurde im Kaltstart durchgeführt. Beim *Fusion-chef* wurde die Abhängigkeit der Kerntemperatur von der Positionierung der Steine (Quer- oder Längspositionierung) betrachtet (Abbildung 11). Damit ist die Position der Steine zum Gerät und damit zum Wasserstrom gemeint (figure 1 und 2 – Betrachtung von oben). Die Abbildung 10 zeigt Figure 1 (linker Stein) und Figure 2 (rechter Stein) in einem realen Beispiel. Der Wasserstrom, welcher vom Gerät erzeugt wird, wird in der unteren Grafik als Pfeil dargestellt. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass die beiden Steine nebeneinander, also im selben Abstand zum Gerät, positioniert wurden (siehe Abbildung 10).



Da die Steine sehr leicht sind und an der Oberfläche schwimmen, wenn sie sich nicht mit Wasser vollsaugen können, musste ein Gespann aus Schnüren die Steine unter Wasser drücken, da ansonsten kein gleichmäßiger „Garprozess“ möglich ist (Siehe Abbildung 10).



Abbildung 10 – Fusion-chef im Wasserbad. Schnurkonstruktion, um die Steine in ihrer Position und unter Wasser zu halten.

Die weiter unten angeführte Grafik (Abbildung 11) zeigt die Abhängigkeit von der Position des Garguts zum Wasserstrom im *Fusion-chef*. Bei Betrachtung dieser fällt auf, dass es kaum einen Unterschied im Anstieg der Kerntemperatur gibt, wenn man die beiden Steine in ihrer unterschiedlichen Position vergleicht. Die Kerntemperatur des Steins in Quer-Position (rechter Stein) zur Wasserströmung entwickelt sich anfänglich langsamer als in der Längs- Position (linker Stein). Diese holt jedoch nach etwa 25 Minuten auf und entwickelt sich dann von der Temperatur her gleich zu dem Stein in der Längsposition. Der anfänglich langsamere Anstieg der Temperatur könnte erneut auf die Starttemperatur zurück zu führen sein. Die Kerntemperatur im quer positionierten Stein betrug am Anfang 16,4 °C und der in Längs-Position 17,9 °C.

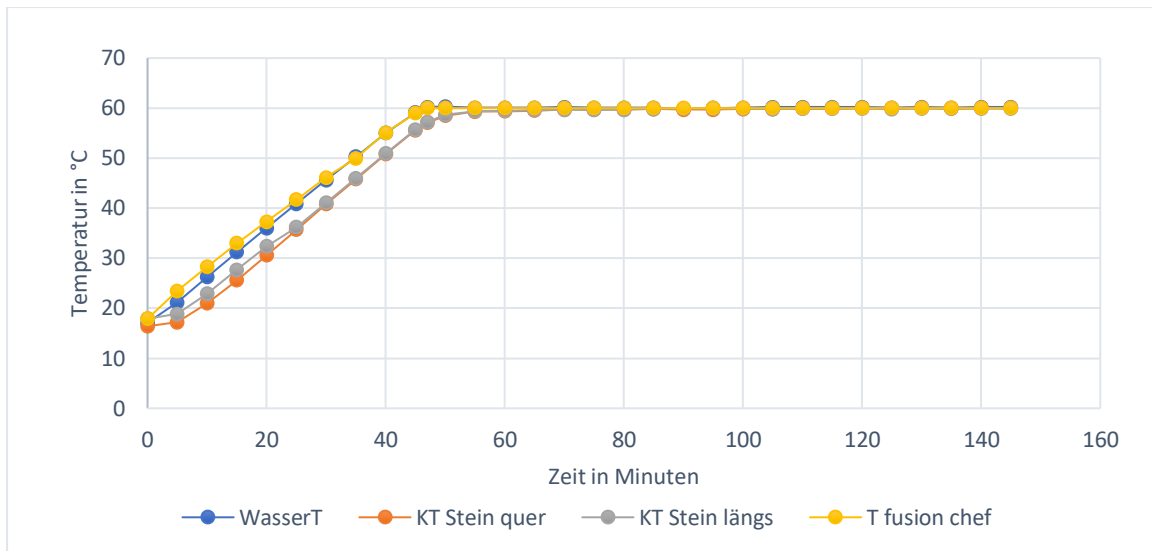


Abbildung 11 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer und der Positionierung der Steine (Kerntemperatur Stein quer (KT Stein quer), längs (KT Stein längs), Wassertemperatur extern (WasserT), intern (T fusion chef); Solltemperatur: 60 °C; Fusion chef)

Beim ALLPAX Gerät wurde ebenfalls der Einfluss der Lage des Garguts überprüft. Es wurde überprüft (ebenfalls bei 56°C, 58 °C und 60°C) ob es einen Unterschied macht, wenn der Stein weiter oben oder weiter unten im Wasserbad liegt (Abbildung 12).

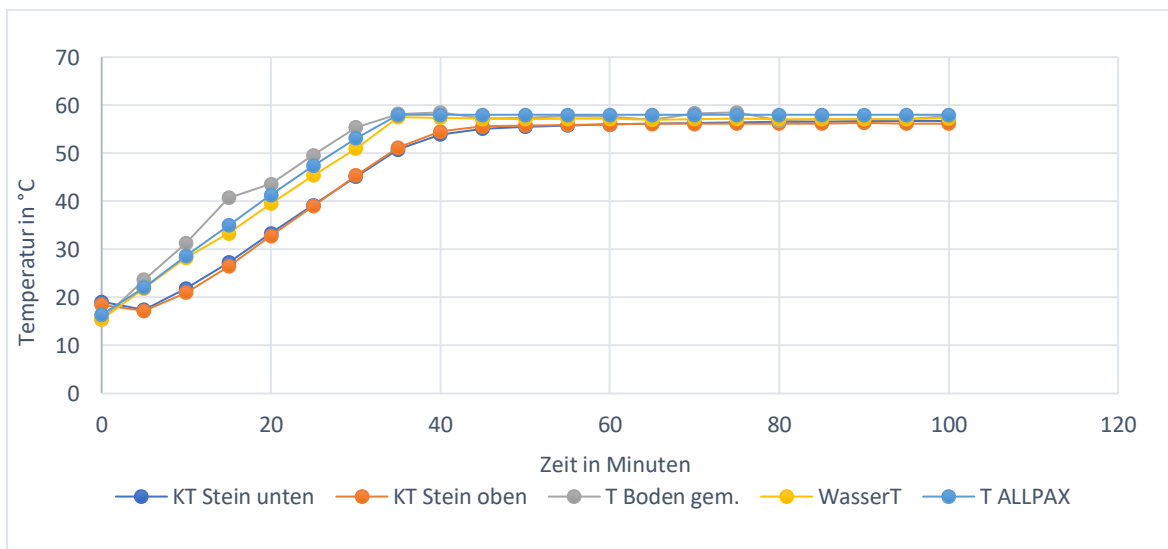


Abbildung 12 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer und der Positionierung der Steine (Kerntemperatur unterer Stein (KT Stein unten), oberer S. (KT Stein oben), Wassertemperatur extern (WasserT), intern (T ALLPAX), am Boden (T Boden gem.); Solltemperatur: 58 °C; ALLPAX)

Bei der Betrachtung des Kerntemperaturanstiegs in Abhängigkeit von der Lage im Wasserbad des *ALLPAX*- Geräts sieht man, dass die Kerntemperatur im Stein, welcher weiter unten im Wasserbad positioniert wurde (KT Stein unten) trotz der minimal geringeren Starttemperatur (Stein unten: 18,9; Stein oben: 19,2) gering schneller angestiegen ist, als der weiter obenliegende Stein (KT Stein oben).

Das lässt sich wahrscheinlich durch die Positionierung der Heizung im *ALLPAX*-Gerät erklären. Die Heizanlage ist offensichtlich im Boden des Geräts positioniert, diese Aussage lässt sich durch den Temperatursensor welcher im Wasserbad am Boden (T Boden gem.) positioniert wurde stützen. Der Anstieg des Bodensensors zeigt immer wieder Veränderungen in der Temperaturentwicklung während des Erwärmungsprozesses und beim Erreichen der gewünschten Temperatur. Diese Veränderung kann in der oben angeführten Abbildung 12 bei der 15 Minuten Marke betrachtet werden.

Um diese Aussage zu stützen wurden zusätzlich an allen Seiten im Wasserbad Temperatursensoren angebracht. Keiner dieser Sensoren zeigte ähnliche Veränderungen, wie der am Boden positionierte. Die anderen Sensoren zeigten einen gleichmäßigen Anstieg der Temperatur an. Zur Verdeutlichung wurde die komplette Temperaturmessung (gemessen alle 10 Sekunden) in der Abbildung 13 abgebildet. In dieser Tabelle werden deutlich die Abweichungen des am Boden fixierten Sensors dargestellt, dies stützt die Vermutung, dass die Heizung unten im Gerät positioniert wurde.

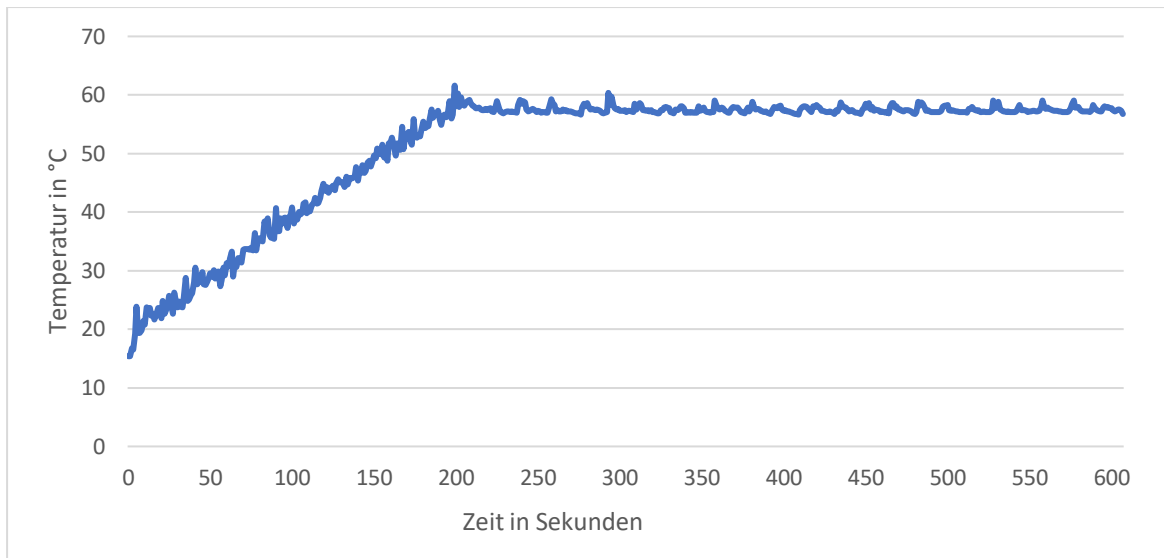


Abbildung 13 – Temperaturmessung des am Boden positionierten Sensors im ALLPAX- Wasserbad (Solltemperatur: 58 °C)

4.4 Einfluss der verwendeten Wassermenge auf die Temperaturentwicklung

Nachdem der *Fusion-chef* in jedes beliebige Wasserbad mit unterschiedlichen Wassermengen eingesetzt werden kann, wurde zusätzlich der Unterschied in der Erhitzungsdauer abhängig von der Wassermenge betrachtet. Die meisten Grundlagenversuche am *Fusion-chef* wurden bei einer Wassermenge von rund 26 Litern durchgeführt.

Zum Vergleich wurde das Gerät ebenfalls auf einen Topf, welcher mit 6 Litern Wasser befüllt war, gesetzt, um eine Gemeinsamkeit mit dem *ALLPAX* Gerät zu schaffen, da dieses etwa 5 – 8 Liter Wasser fassen kann und die Versuche immer mit 6 Litern durchgeführt wurden.

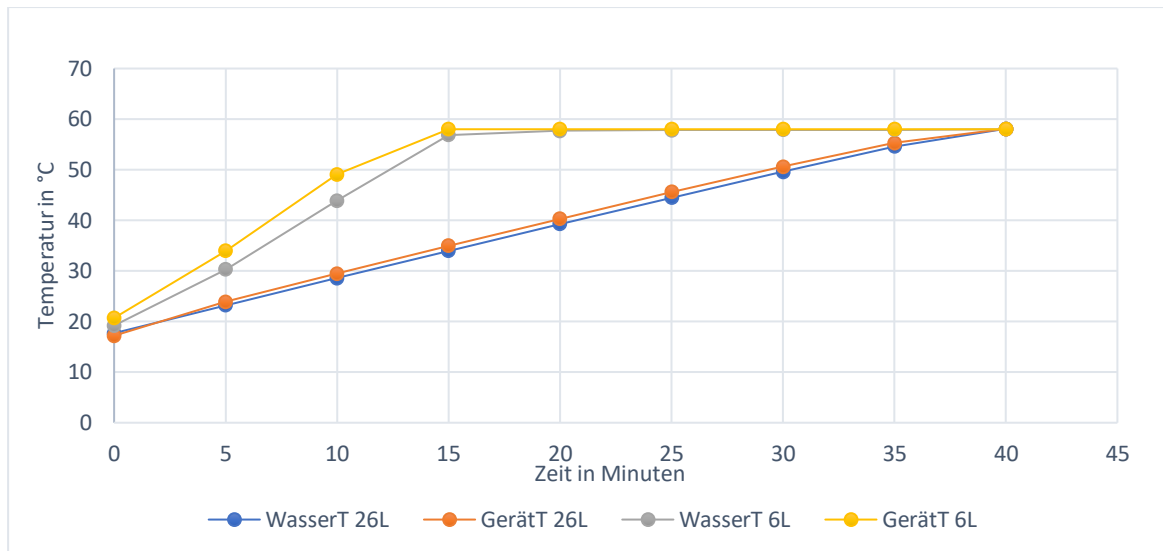


Abbildung 14 – Temperaturanstieg in Abhängigkeit von der genutzten Wassermenge (Wassertemperatur 26 Liter (WasserT 26L), 6 Liter (WasserT 6L), Wassertemperatur Gerät 26 Liter (GerätT 26L), 6 Liter (GerätT 6L); Soll-Temperatur: 58 °C; Fusion chef)

Die Abbildung 14 zeigt eindeutig, dass die Wassertemperatur bei einer Füllmenge von 6 Litern viel schneller und steiler ansteigt. Schon nach etwa 15 Minuten ist die Soll-Temperatur von 58 °C erreicht. Ebenso kann beobachtet werden, dass das Gerät bei einer geringeren Füllmenge einen schnelleren Temperaturanstieg anzeigt, als er tatsächlich gemessen werden kann. Bei einer Wassermenge von 20 Litern mehr zeigt sich, dass der angezeigte Temperaturanstieg am Gerät dem gemessenen Wassertemperaturanstieg deutlich näherkommt. Weiterhin ist klar erkennbar, dass der Temperaturanstieg generell eine längere Zeitspanne benötigt, um eine fast vierfach größere Menge Wasser zu erwärmen. Fast 25 Minuten länger braucht damit das Erreichen der gewünschten Zieltemperatur beim 26 Liter Wasserbad.

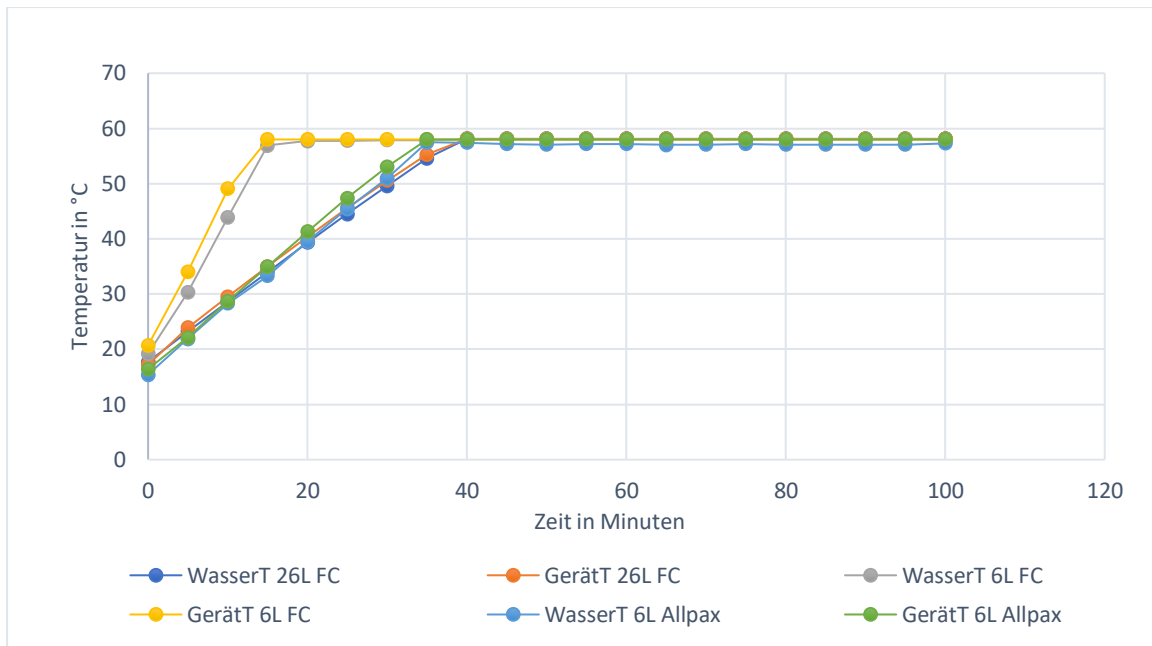


Abbildung 15 – Temperaturanstieg in Abhängigkeit von Wassermenge und verwendetem Gerät (Wassertemperatur 26 Liter Fusion chef (WasserT 26L FC), 6 Liter Fusion chef (WasserT 6L FC), 6 Liter ALLPAX (WasserT 6L Allpax), Wassertemperatur Gerät 26 Liter Fusion chef (Gerät 26L FC), 6 Liter Fusion chef (Gerät 6L FC), 6 Liter ALLPAX (Gerät 6L Allpax); Soll-Temperatur: 58 °C)

Zusätzlich zum Mengen bezogenen Temperaturanstieg des Wassers im *Fusion-chef* wurde noch das *ALLPAX* Gerät zum Vergleich miteinbezogen (Abbildung 15).

In diesem Vergleich zeigt sich, dass das *ALLPAX* Gerät trotz der geringen Wassermenge sehr lange braucht, um das Wasser zu erhitzen. Auch wenn die Wassertemperatur in den Versuchen mit dem *Fusion-chef* zu Beginn der Messung rund 2 – 4 K⁴ wärmer waren als beim *ALLPAX*, ähnelt der Verlauf des Temperaturanstiegs der 6 Liter mehr dem Temperaturanstieg der 26 Liter des *Fusion-chefs*. Bei genauer Betrachtung der Grafik wird sichtbar, dass die Wassertemperatur des *ALLPAX* Geräts den Temperaturanstieg des *Fusion-chef* (bei 26 Litern Füllmenge) überholt, trotz dessen bleiben die Temperaturverläufe sehr ähnlich.

Dieser sehr langsame Temperaturanstieg im *ALLPAX* Gerät könnte auf die kaum, bzw. nicht, vorhandene Wasserzirkulation im Vergleich zum *Fusion-chef* zurückzuführen sein. Auf die Wasserzirkulation wird im nachfolgenden Kapitel näher eingegangen.

4 Wassertemperatur Fusion-chef 6 Liter: 19,2 °C / 26 Liter: 17,7; Wassertemperatur ALLPAX 6 Liter: 15,4 °C

4.5 Einfluss der Wasserumwälzung auf die Temperaturverteilung

Die Wasserumwälzung spielt bei den beiden bereits untersuchten Gargeräten eine sehr unterschiedliche Rolle.

Beim Haushaltsgerät von *ALLPAX* ist die Wasserumwälzung so gut wie nicht vorhanden. Lediglich kleine Düsen, welche seitlich im Wasserbad positioniert sind, bewegen das Wasser minimal.

Das für gewerbliche Zwecke ausgelegte Gargerät *Fusion-chef* dagegen ist mit einer starken Umwälzpumpe ausgestattet, welche rund 14 Liter pro Minute umwälzt [25].

Beim Wassererwärmungsvergleich konnten enorme Unterschiede manifestiert werden. Diese Unterschiede könnten auf die Wasserumwälzung zurückzuführen sein. In den bislang durchgeführten Versuchen zeigte sich ein erheblicher Einfluss der Wasserumwälzung auf die Temperaturverteilung. Diese soll im Folgenden näher untersucht werden.

Beim *ALLPAX* Gerät war es nicht möglich die Wasserumwälzung miteinzubeziehen, da das Gerät ein in sich geschlossenes System (Deckelverschluss) darstellt, konnte man keine Umwälzpumpe im Gerät fixieren. Auch die Verwendung eines Magnetrührstabs war aufgrund der recht dicken Wände des Wasserbads nicht möglich.

Aufgrund dessen wurde anfänglich versucht die Umwälzung beim *Fusion-chef* abzuschotten (Abbildung 16).

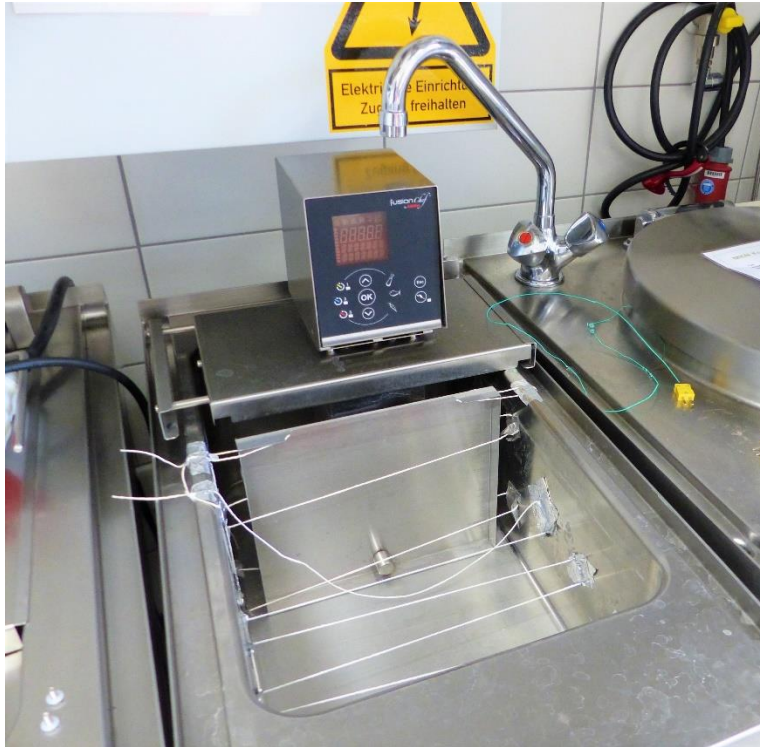


Abbildung 16 – Metalplatte im Wasserbad des Fusion-chefs, um die Wasserumwälzung des Geräts abzuschotten

Um die Wasserumwälzung so gut wie möglich zu blockieren wurde eine Platte in das Wasserbad eingebracht (siehe Abbildung 16). Diese Platte wurde zwischen dem Gerät und dem Wasserbad, in welches der Stein gelegt wurde, positioniert. Die Konstruktion hielt den Wasserstrom aus, jedoch lieferten die Messungen divergente Ergebnisse.

Nach einigen Wiederholungen des Versuchs zeigte sich jedoch eine Tendenz in der (Kern)Temperaturentwicklung, welche folglich in der Abbildung 17 dargestellt wurde.

Es ist deutlich erkennbar, dass die Kerntemperatur im Stein, welcher von der Wasserumwälzung abgeschottet wurde, um einiges langsamer ansteigt als im Stein, welcher der Wasserumwälzung ausgesetzt war. Diese Tendenz ließ sich trotz der höheren Starttemperatur von 20,1 °C im Gegensatz zu 18,6 °C (Kerntemperatur Stein mWZ) erkennen.

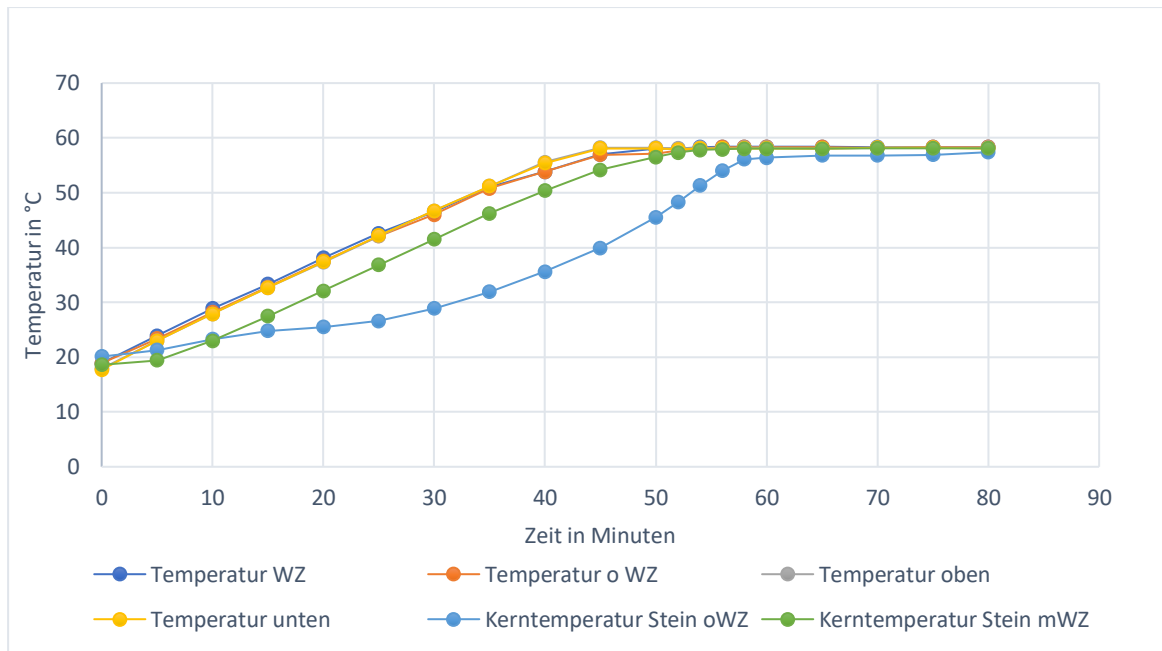


Abbildung 17 – Temperaturanstieg in Abhängigkeit von (nicht) vorhandener Wasserumwälzung (Wassertemperatur bei Wasserumwälzung (Temperatur WZ), ohne Wasserumwälzung (Temperatur o WZ), oben / unten im Wasserbad (Temperatur oben / unten), Kerntemperatur bei Wasserumwälzung (Kerntemperatur Stein mWZ), ohne Wasserumwälzung (Kerntemperatur Stein oWZ); Soll-Temperatur: 58 °C; Fusion chef)

Nachdem jedoch auch sehr konträre Ergebnisse bei den Messungen herausgekommen sind, welche zum Teil auch gar keinen Unterschied in der Kerntemperaturentwicklung dargestellt haben, wurde noch ein weiteres Gerät für die Messungen der Wasserumwälzung herangezogen – der *Steba SV50*.

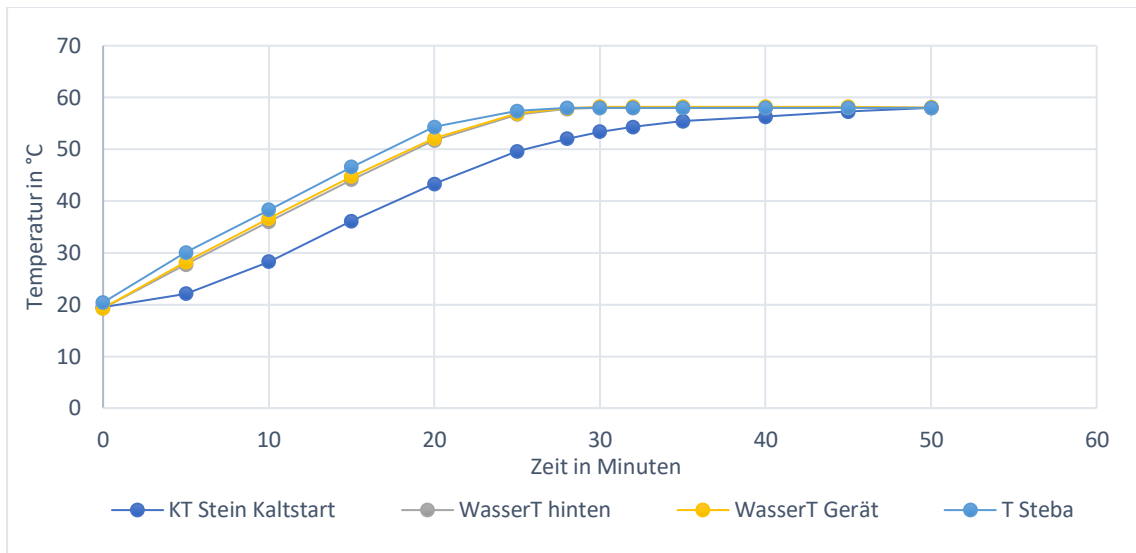


Abbildung 18 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer (Kerntemperatur Stein (KT Stein Kaltstart), Wassertemperatur extern beim Gerät (WasserT Gerät), beim entferntesten Punkt vom Gerät (WasserT hinten), intern (T Steba); Soll-Temperatur: 58 °C; Steba)

Wie in der Abbildung 18 zu erkennen ist, entwickelt sich die Kerntemperatur im *Steba* sehr ähnlich zu den anderen beiden Gargeräten. Auch im späteren Vergleich der durchschnittlich gemessenen Temperaturabweichungen ist sichtbar, dass das Gerät ähnliche Differenzen wie die anderen Geräte verzeichnet.

Nachdem jedoch beim *Steba* die eingebaute Ventilatorschraube ausgebaut wurde, gab das Geräte sehr inkonstante Werte an. Die Anzeige am Gerät selbst zeigte Temperaturunterschied von bis zu 20 K, in einem Abstand von 5 Minuten gemessen, an (T Gerät). Diese Abweichungen weisen darauf hin, dass das Gerät ohne der Umwälzung die Wärme nicht gut im Wasser verteilen kann. Dieser Versuch wurde ebenfalls im Doppelversuch durchgeführt, in der unten angeführten Abbildung 19 wird der Mittelwert der beiden Versuche gezeigt.

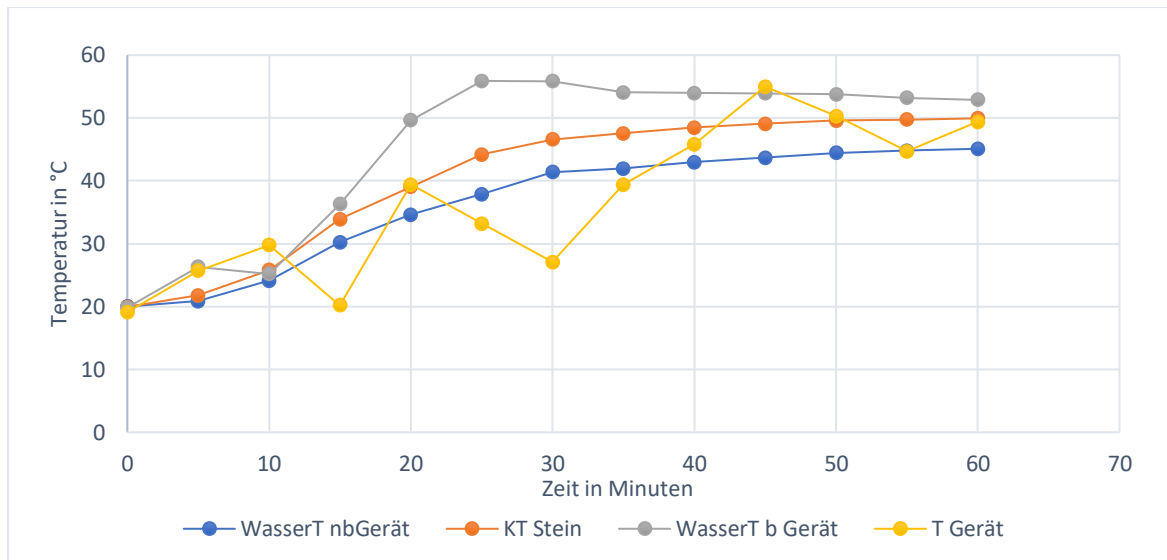


Abbildung 19 – Mittelwert der Temperaturabweichungen in Abhängigkeit von der Wasserzirkulation (Ausbau des Ventilators) (Kerntemperatur Stein (KT Stein), Wassertemperatur extern gemessen beim Gerät (WasserT b Gerät), gemessen am weit entferntesten Punkt vom Gerät (WasserT nbGerät), intern (T Gerät); Soll-Temperatur: 58 °C; Steba)

Die Abbildung 19 zeigt, dass nicht nur die angezeigte Temperatur des Geräts, sondern auch die Temperatur welche direkt beim Gerät gemessen wurde modifiziert. Die Wassertemperatur, welche am weit entferntesten Punkt vom Gerät gemessen wurde (WasserT nb Gerät), steigt mit der Kerntemperatur im Stein (KT Stein) recht gleichmäßig. Jedoch erreichen beide Temperaturen nicht die eingestellte Soll-Temperatur von 58 °C. Die Wassertemperatur auf der gegenüberliegenden Seite des Geräts (WasserT nb Gerät) erreicht mit rund 45 °C ihr Maximum, die Kerntemperatur mit knapp 50 °C.

Mit dieser Versuchsreihe kann die Vermutung aufgestellt werden, dass Geräte, welche seitlich in ein Wasserbad eingespannt werden, eine Wasserumwälzung brauchen, da die Wärme sich sonst nicht gleichmäßig verteilen kann. Nach etwa einer Stunde hatte sich das Wasserbad nicht wirklich erhitzt, nach weiteren 15 Minuten konnte ein sehr langsamer Temperaturanstieg gemessen werden (0,2 °C bei der WasserT nb Gerät und 0,3°C bei der Kerntemperatur). Bei einer längeren Wartezeit hätte das Wasser, nach einer unbestimmten Zeit, womöglich einen Ausgleich geschafft.

4.6 Regelgenauigkeit der Versuchsgeräte

Bei allen untersuchten Sous-vide Geräten konnten sehr ähnliche Temperaturabweichungen gemessen werden. Das *ALLPAX* Gerät ist mit einer Wassertemperaturdifferenz von max. +0,5 °C am ungenauesten.

Tabelle 2 – Gemessene Temperaturabweichungen bei den Sous-vide Geräten (maximal erreichten Temperaturabweichung im Wasser (Wasser-Temp) und im Kern der Steine (Gargut-Temp))

GERÄTE	WASSER-TEMP (MAX.)	GARGUT-TEMP
ALLPAX	+0,5 °C / - 0,2 °C	+/- 0,2 °C
FUSION-CHEF	+0,4 °C / - 0,2 °C	+/- 0,2 °C
STEBA	+0,4 °C / - 0,2 °C	+/- 0,2 °C

Beim Vergleich der auf dem Gerät angezeigten Temperaturen mit der realen Wassertemperatur zeigt sich, dass das *ALLPAX* Gerät generell immer 1 °C über der gleichzeitig extern gemessenen Temperatur liegt. Aufgrund dessen wurde bei den Sensorikversuchen, das Gerät immer ein Grad über der gewünschten Temperatur eingestellt, damit die gewünschte Soll-Temperatur auch wirklich erreicht wurde.

Das *Steba* Gerät, sowie der *Fusion-chef*, zeigten dagegen, bis auf die kleinen Abweichungen, immer die richtigen Temperaturen an.

4.7 Vergleich Kaltstart mit Warmstart

In der Literatur [30], wie in der Einführung des Kapitels bereits erwähnt, wird immer betont, dass das Wasserbad erst erhitzt werden muss, bevor das Gargut in das Gerät gegeben werden darf. Um mögliche Unterschiede feststellen zu können, wurden Versuche zu Kalt- und Warmstart durchgeführt.

Den Abbildungen 20 bis 22 ist zu entnehmen, dass die von den Geräten angezeigten Temperaturen immer etwas schneller ansteigen, als die tatsächlich gemessene Wassertemperatur angibt.

Das *Steba* Gerät (Abbildung 20) braucht 28 Minuten um auf die erwünschten 58 °C zu erhitzen. Der Stein, welcher von Anfang an mit in das Wasser gelegt wurde, benötigt etwa 40 Minuten, dagegen der später dazu gegebene Stein nur etwa 12 Minuten. Damit braucht der Kaltstart-Stein mehr als doppelt so lang zum Erhitzen.

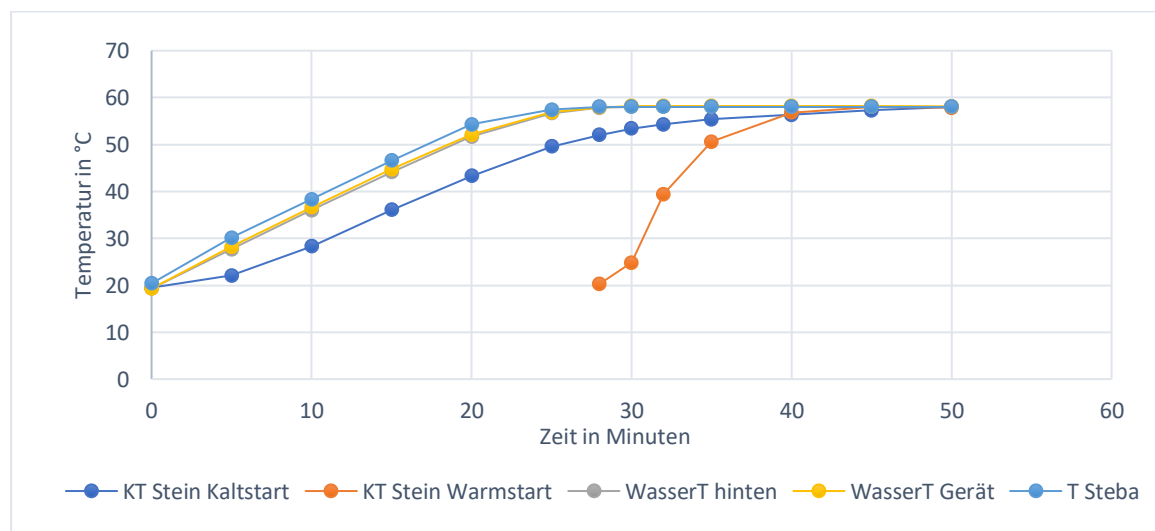


Abbildung 20 – Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zugabe des Steins (Kerntemperatur Stein Kaltstart (KT Stein Kaltstart), Warmstart (KT Stein Warmstart), Wassertemperatur extern beim Gerät (WasserT Gerät), weit entfernt vom Gerät (WasserT hinten), intern (T Steba); Soll-Temperatur: 58 °C; Steba)

Beim *Fusion-Chef* (Abbildung 21) sind die 58°C schon nach 15 Minuten erreicht und auch der von Beginn an im Wasser liegende Stein braucht nur 20 Minuten, um sich zu erhitzen. Damit erhitzt sich dieser doppelt so schnell wie der im *Steba*-Gerät. Der Warmstart-Stein braucht beim *Fusion-chef* Gerät nur 10 Minuten, um die Soll-Temperatur zu erreichen und braucht damit doppelt so lang, im Vergleich zum Kaltstart-Stein. Auch in diesem Fall erhitzt sich der Stein schneller, als der im *Steba* Gerät – auch wenn sich hier nur ein Unterschied von etwa 2 Minuten

ausmachen lässt.

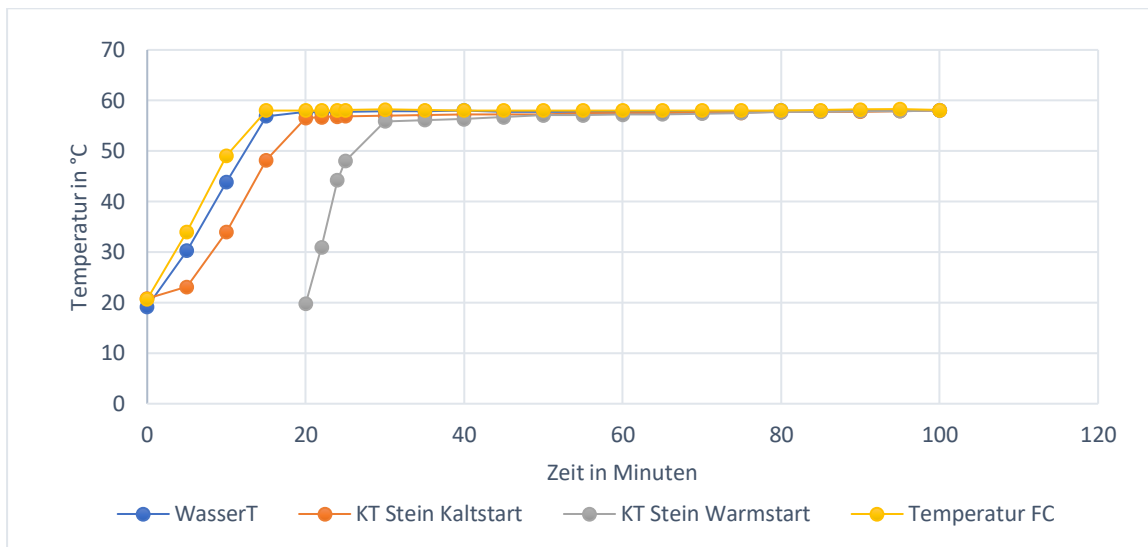


Abbildung 21 – Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zugabe des Steins (Kerntemperatur Stein Kaltstart (KT Stein Kaltstart), Warmstart (KT Stein Warmstart), Wassertemperatur extern (WasserT), intern (Temperatur FC); Soll-Temperatur: 58 °C; Fusion-chef)

Das Gerät von ALLPAX (Abbildung 22) braucht mit rund 40 Minuten am längsten um das Gerät auf die gewünschte Temperatur von 58 °C zu bringen (Einstellung auf 59°C, da Gerätengenauigkeit von 1 °C vorliegt). Der Kaltstart- Stein braucht damit auch mit 48 Minuten am längsten, um sich zu erhitzen. Der Warmstart- Stein braucht rund 20 Minuten (19 Minuten), um die erwünschte Temperatur zu erreichen.

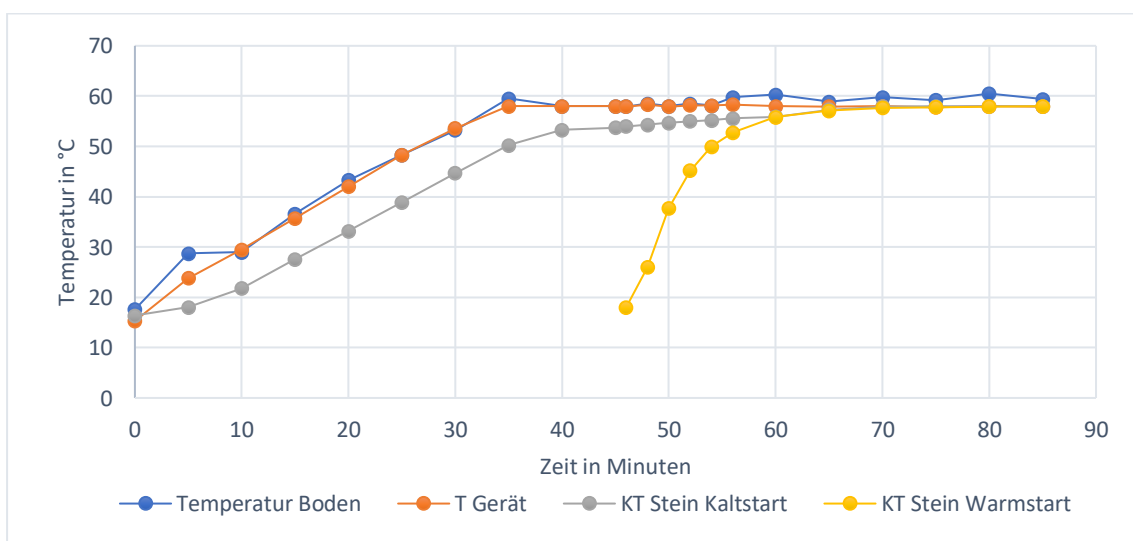


Abbildung 22 – Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zugabe des Steins (Kerntemperatur Stein Kaltstart (KT Stein Kaltstart), Warmstart (KT Stein Warmstart), Wassertemperatur extern (Temperatur Boden), intern (T Gerät); Soll-Temperatur: 58 °C; Allpax)

4.8 Grundlagenversuche Kombidämpfer

Zusätzlich zu den Grundlagenversuchen an den Sous-vide Geräten wurden noch zwei Versuche am *Kombidämpfer* durchgeführt. In der Literatur wird der *Kombidämpfer* ebenfalls für die Sous-vide Methode vorgeschlagen, weswegen er für die Grundlage miteinbezogen wurde.

Für den ersten Doppelversuch wurde der Kombidämpfer auf Wasserdampf bei 55°C eingestellt. Zusätzlich zu der Kerntemperatur im Stein wurden die Temperaturen am Gerätsensor, am Ventilator und auf der rechten Seite des Geräts gemessen. Die Abbildung 23 zeigt, dass die Kerntemperatur im Gargut sehr gleichmäßig ansteigt, jedoch bis zu 5 K über die gewünschte Kerntemperatur. Nachdem die Umgebungstemperatur immer wieder über die eingestellte Temperatur erhitzt, steigt die Kerntemperatur deutlich über die gewünschte Kerntemperatur.

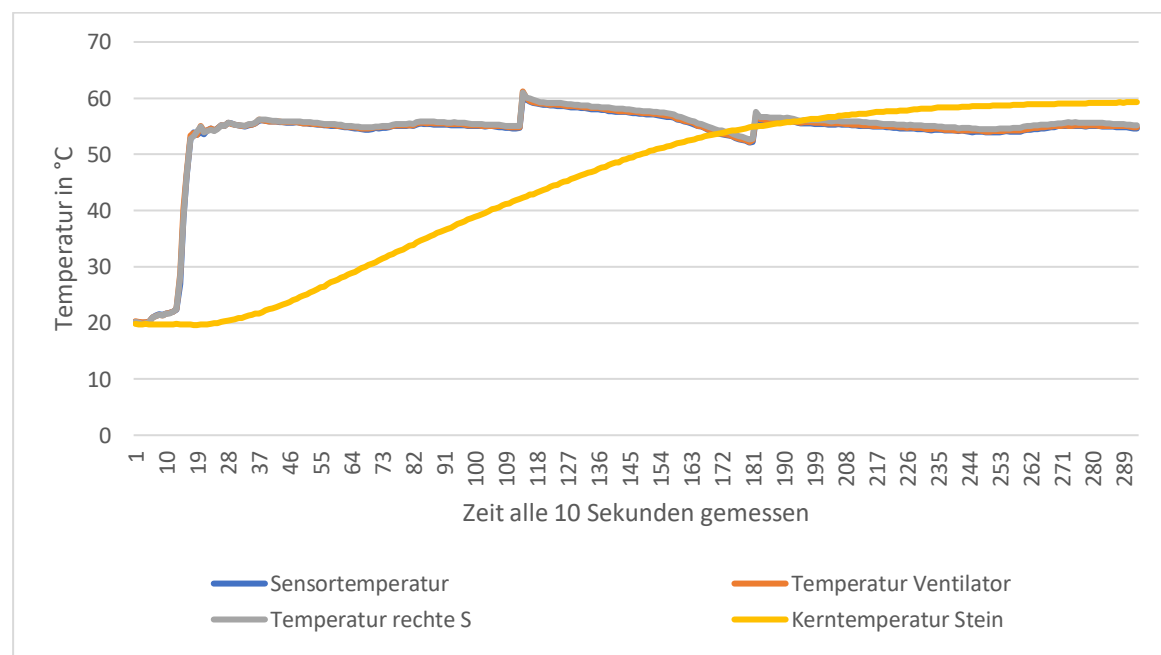


Abbildung 23 – Temperaturanstieg im Kombidämpfer (Temperatur beim Sensor (Sensortemperatur), beim Ventilator (Temperatur Ventilator), auf der rechten Seite des Geräts (Temperatur rechte S), Kerntemperaturmessung Stein (Kerntemperatur Stein); Soll- Temperatur: 55 °C (Wasserdampf))

Aufgrund der zu hohen Kerntemperatur wurde in einer zweiten Versuchsreihe ein Wasserbad im *Kombidämpfer* positioniert, um dem Garprozess in den Sous-vide Geräten möglichst nah zu kommen. Diesmal wurde eine Temperatur von 58 °C eingestellt und es wurde über einen langen Zeitraum gemessen. Die Abbildung 24

zeigt, dass nach etwa 20 Minuten die Kerntemperatur des Steins (6,4cm Durchmesser) kontinuierlich steigt. Jedoch erreicht die Kerntemperatur in diesem Fall die eingestellte Temperatur von 58 °C nicht. Die maximal erreichte Kerntemperatur liegt mit 56,1 °C rund 2 °C unter der eingestellten Temperatur und ist damit zu niedrig.

Aufgrund der Temperaturabweichungen im 2 K Bereich wurde der *Kombidämpfer* für die folgenden Sensorikversuche nur für das Warmhalten des Garguts verwendet und nicht für die eigentliche Sensorik.

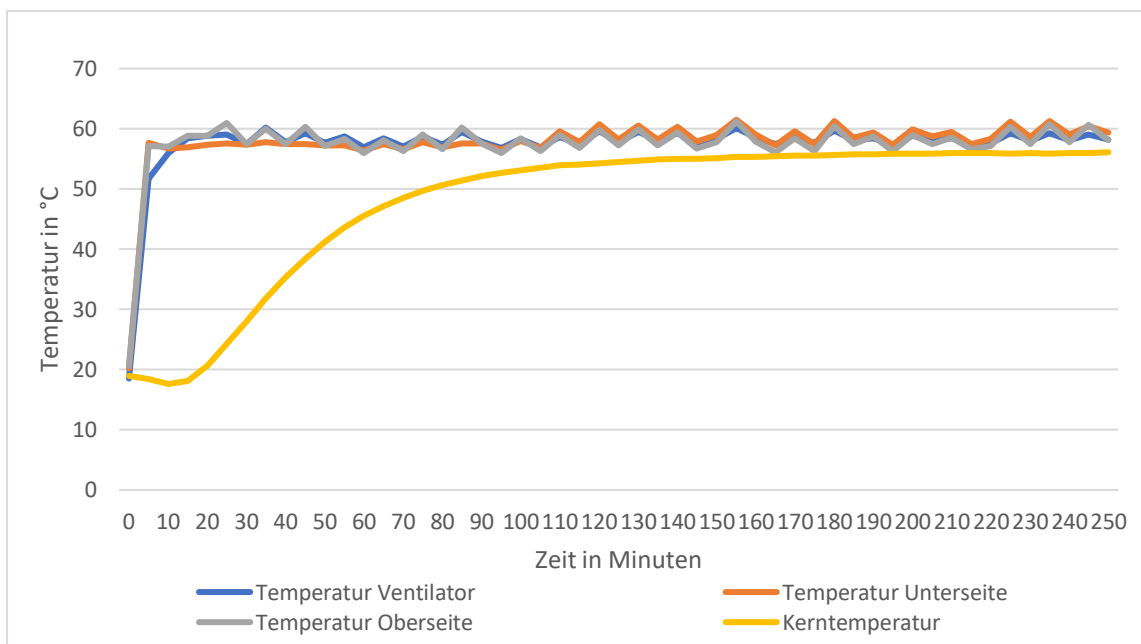


Abbildung 24 – Temperaturanstieg im Kombidämpfer (Kerntemperatur Stein (Kerntemperatur), Lufttemperatur Ventilator (Temperatur Ventilator), Unterseite / Oberseite Kombidämpfer (Temperatur Unterseite / Oberseite); Soll- Temperatur: 58 °C)

4.9 Vergleich und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Die Versuche haben ergeben, dass die gerätinterne Temperaturanzeige des *ALLPAX* in jedem gemessenen Temperaturbereich jeweils 1 K höher anzeigt, als tatsächlich im Wasserbad gemessen. Für die weiterfolgenden Versuche wurde daher immer 1 K über der gewünschten Soll-Temperatur eingestellt. Zudem zeigten die Versuche, dass das Gerät viel länger als die anderen Gargeräte braucht, um auf die Soll-Temperatur zu erhitzen. Dies könnte auf die fehlende Wasserumwälzung zurückzuführen sein. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Position des Garguts im Wasserbad selbst keine Auswirkung auf die Kerntemperatur hat und darum weitgehend irrelevant ist für die Zubereitung.

Beim *Fusion-chef* wurde bei jedem Versuch die eingestellte Soll-Temperatur und damit die Kerntemperatur relativ genau erreicht. Trotz der größeren zu erhitzenden Wassermenge (25 l vs. 5-6 l beim *ALLPAX* Gerät), hat der *Fusion-chef* ähnlich lang gebraucht, um die vierfache Menge an Wasser zu erhitzen. Das Gerät zeigt, dass es die größte Leistung bezogen auf die Erwärmung vollbringen kann (Tabelle 3).

Tabelle 3 – Vergleich der Erhitzungsdauer der Sous-vide Geräte (Soll-Temperatur: 58 °C, 6 Liter Wasser)

	<i>Fusion-chef</i>	<i>Steba</i>	<i>ALLPAX</i>
<i>Erhitzungsdauer</i>	15 Min.	28 Min.	40 Min.
<i>Kaltstart</i>	20 Min.	40 Min.	48 Min.
<i>Warmstart</i>	10 Min.	12 Min.	19 Min.

Anders als beim *ALLPAX* Gerät gibt es beim *Fusion-chef* eine Wasserumwälzungspumpe. Möglicherweise ist diese für die schnellere Wassererhitzung verantwortlich. Um diese Theorie zu stützen hätte man allerdings die Pumpe deaktivieren müssen, was in diesem Versuchsaufbau allerdings nur begrenzt möglich war. Die Versuche, bei denen die Wasserumwälzung abgeschottet wurde, zeigten zum Teil sehr divergente Ergebnisse. Etwa zwei Drittel der durchgeführten Versuche zeigten eine Tendenz an: Die Kerntemperatur im Stein, welcher der Wasserumwälzung nicht ausgesetzt war, steigt langsamer

im Vergleich zur Kerntemperatur des Steins, der im umgewälzten Wasser lag.

Nachdem der *ALLPAX* ein Gerät ohne zusätzlicher Wasserzirkulation ist und beim *Fusion-chef* die Wasserzirkulation nicht ausgeschaltet werden konnte, wurde ein zusätzliches Haushalts- Sous-*vide* Gerät mit in die Grundlagenversuche einbezogen.

Der SV50 von *Steba* ist sowohl als Haushaltsgerät, sowie als gewerbliches Gerät für kleinere Küchen geeignet. Bei diesem Gargerät sorgt eine kleine Ventilatorschraube für die Wasserzirkulation. Dieses konnte entfernt werden und damit ein zusätzlicher Versuch zum Einfluss von Wasserzirkulation auf die Temperaturerhöhung gemacht werden.

Grundsätzlich erreicht der SV 50 ebenfalls die angezeigte Temperatur, wie der *Fusion-chef*. Bei den Versuchsreihen, bei denen die Schraube abmontiert wurde, konnten jedoch keine wirklich aussagekräftigen Ergebnisse erzielt werden. Ohne Ventilatorschraube, zeigte das Gerät inkonstante Werte an und die Temperaturangaben auf dem Gerätdisplay vermittelte Temperaturabweichungen bis zu 20 K. Die Messsensoren im Wasserbad selbst zeigten eine geringe bis nicht vorhandene Erhitzung des Wasserbades an. Generell kann aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass die Wassertemperatur beim Punkt, welcher am weitesten vom Gerät entfernt ist, um ein Vielfaches länger braucht, um sich zu erhitzen, als die gemessene Wassertemperatur beim Gerät direkt. Auch die Kerntemperatur im Stein steigt sehr langsam an.

Das SV 50 Gerät von *Steba* erreichte auch immer die vom Gerät angegebene Temperatur und ist damit auch recht genau. Es liegt mit seiner Wassererhitzung im Mittelfeld der getesteten Geräte. Die Tatsache, dass die beiden Geräte mit Wasserumwälzung um ein Vielfaches schneller erhitzen lässt die Vermutung immer präsenter werden, dass eine Wasserumwälzung für die schnellere Erhitzung unumgänglich ist.

Beim *Kombidämpfer* gibt es abschließend zu sagen, dass das Gerät zwar gut erhitzt, jedoch die Kerntemperatur nicht wirklich genau zu beeinflussen ist. Selbst bei einer Inbetriebnahme über einige Stunden konnte die Kerntemperatur des Steins nicht die eingestellte Temperatur erreichen (± 2 K). Damit ist dieses Gerät für die Grad genaue Messung in den Sensorikversuchen nicht miteinzubeziehen.

5. Ergebnisse Humansensorik

5.1 Vorversuche

Bevor die ersten Fleischstücke für die Sensorik gegart wurden, wurde ein Versuch zur Messung der Kerntemperatur durch den Vakuumbbeutel gestartet, um die Kerntemperatur auch während des Garvorgangs mit zu ermitteln. Allerdings ist bei diesem Versuch rausgekommen, dass das Gargut durchwegs eine höhere Temperatur anzeigt, als die Wassertemperatur überhaupt erreicht hatte. Durch das Gewicht des Sensors wurde das Gargut zum Boden gedrückt und zeigte vermutlich dadurch eine höhere Temperatur an, da wie vermutet die Heizung unten im Boden des ALLPAX- Geräts liegt. Außerdem war es sehr schwer bei der Struktur des Fleisches die exakte Mitte zu ermitteln und den Sensor zu fixieren. Aufgrund dessen wurde die Kerntemperatur am Ende des Garprozesses überprüft. Da nur die Gartemperatur am Ende entscheidend ist für die Überprüfung der Forschungsfragen zur Sensorik.

Außerdem sollte aus Hygienegründen nie ein Gargut verzehrt werden, welches mit dem Kerntemperaturfühler versehen wurde. Diese Stücke dürfen nur als Referenz- bzw. Rückstellprobe verwendet werden, da vom Verzehr abgeraten wird, sobald der Vakuumbbeutel durchstochen wurde. Es besteht die Möglichkeit, dass Wasser in den Garbeutel hineinläuft und damit das Lebensmittel verunreinigt wird. [25]

Da während den Grundlagentests sehr ähnliche Temperaturabweichungen in den Geräten festgestellt wurden, wurden die Geräte während den Sensorikversuchen gleichzeitig verwendet, um Temperaturbereiche miteinander vergleichen zu können. Diese Methode wurde gewählt, damit Gegenüberstellungen aufgestellt werden können. Dazu wurden die zu vergleichenden Proben gleichzeitig an die ProbandInnen verteilt, damit diese keine Vergleiche aus dem Gedächtnis aufstellen müssen und die Proben nebeneinander verkostet werden können.

5.2 Sensorik Teil 1

Für den ersten Teil der Sensorik wurde eine Rangordnungsprüfung kombiniert mit einer Unterschiedsprüfung (a/b) durchgeführt (vgl. Ankreuzbogen „Sensorik Teil 1“).

Als Testpersonen in dieser kleinen Vorrunde wurden vier Personen (drei Männer,

eine Frau) miteinbezogen. Alle hatten schon selbst an einer Lebensmittelsensorik teilgenommen und wurden in den Untersuchungszweck eingewiesen.

Entsprechend der Vorgaben der DIN⁵ wurden alle Probestücke anonymisiert und mit dreistelligen Zahlen ausgestattet. Außerdem wurden die Stücke zum Vergleich des Kalt- und des Warmstarts mit a und b codiert.

Der erste Teil der Sensorik diente zur Einschätzung von möglichen Fehlerquellen.

5.2.1 Fehlerquellen

Eine große Fehlerquelle im ersten Sensorikteil war der Aspekt der Überforderung. Nach eigener Aussage waren die Teilnehmer überfordert mit der Masse an Vergleichsstücken und der doppelten Fragestellung. Es fiel ihnen sichtlich schwer zuerst die Unterschiede von a zu b bzw. generell Unterschiede festzustellen. Die Unterscheidung der einzelnen Fleischstücke funktionierte dagegen um einiges besser, auch wenn die Unterschiede sehr gering eingeschätzt wurden.

Problemlösung: Beim großen Sensorikversuch werden die Teilnehmer in zwei Durchläufen einerseits die Fleischstücke in ihren Temperaturunterschied getestet und andererseits wird bei einem Fleischstück ein Doppelansatz mit Kalt- und Warmstart vorbereitet und dieser soll dann verglichen werden.

Ein weiterer Kritikpunkt waren die zu kalten Teller. Die Teilnehmer bemängelten, dass die Teller, auf denen das Fleisch serviert wurde zu kalt waren. Damit ist wohl das Fleisch sehr zügig ausgekühlt und musste somit mehr oder weniger kalt verkostet werden. Als Lösungsansatz für den folgenden Durchlauf werden die Fleischstücke bis kurz vor der Verkostung im Kombiigerer aufbewahrt, dann angebraten und auf warmen Tellern serviert.

Als weitere Irritation wurde die zu geringe Kruste gesehen. Nachdem es bei dieser Versuchsreihe nicht um gebratenes Fleisch ging, sondern um Sous-vide gegartes, waren die Teilnehmer sichtlich irritiert über die Konsistenz und die doch sehr wenig ausgeprägte Kruste am Fleisch. Als ein Hindernis kann gesehen werden, dass

⁵ DIN- Normen sind durch internationale Normungsarbeit (deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)) durch die Einigung von Experten entstanden. Die Anwendung von Normen ist grundsätzlich freiwillig. (<https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/basiswissen>, Zugriff: 16.11.2018)

dasselbe Panel zuvor fünf gebratene Steakstücke verkostet hatte, die sich in ihrer Konsistenz klar von dem Sous-vide gegarten Fleisch unterschieden. Dies sollte bei einer Sensorik allerdings kein Problem darstellen, so lange die Fragestellung und die Vorinformationen klar formuliert sind. Jedoch konnte es dadurch zu einem subjektiven unterbewussten Vergleich zu dem klassisch angebratenen Steak kommen. Als Lösung soll das Fleisch für den größeren Sensorikversuch einige Sekunden länger angebraten werden, damit erinnert es mehr an ein traditionell gebratenes Steak und wird vielleicht unterbewusst anders verglichen. Außerdem müssen unterschiedliche Panels für die Durchführung der Sensorikversuche ausgewählt werden. Der unterbewusste Vergleich mit dem klassischen Steak ist damit nicht mehr primär gegeben, lediglich ein unterbewusster Vergleich mit bereits gegessenen Steaks kann vorhanden sein. Diesem Vergleich kann jedoch nicht aus dem Weg gegangen werden und man muss auf große Objektivität hoffen.

5.2.2 Analyse und Ergebnis der Ankreuzbögen „Sensorik Teil 1“

Für den ersten Teil der Sensorik wurde eine Rangordnungsprüfung kombiniert mit einer Unterschiedsprüfung durchgeführt, für jede Probe konnte auf einer Skala die Intensivität des Attributs zugeordnet werden. Für jedes Attribut gibt es eine eigene Skala. Die Unterschiedsprüfung wurde für die Warm- und Kaltstartproben durchgeführt.

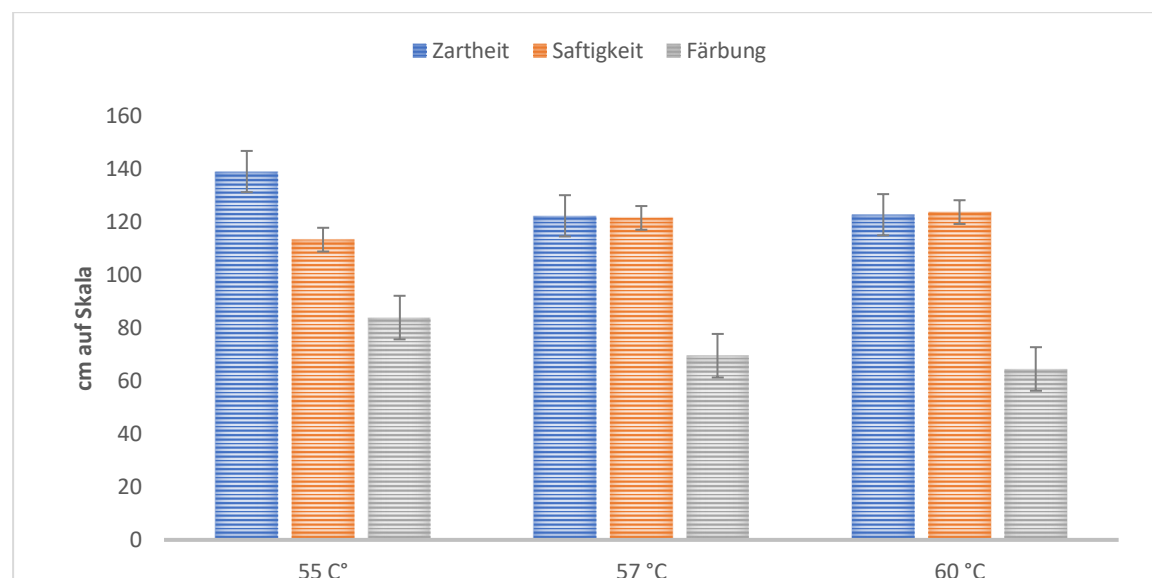


Abbildung 25 – Vergleich der bei 55, 57 und 60 °C zubereiteten Rindfleischproben im Zuge des ersten Sensorikversuchs. Vergleich in ihrer Zartheit, Saftigkeit und Färbung.

Die angeführte Abbildung 25 stellt die Mittelwerte und die Standardabweichung der Ergebnisse für den ersten Sensorikteil dar, in dieser wird der Vergleich der Kalt- und Warmstartproben nicht miteinbezogen. In diesem Teil sollte eine Auswahl getroffen werden welche Attributintensivität die Proben aufweisen. Bei der Zartheit konnte man auf einer Skala mit den Extremen *Zäh* und *Zart* zuordnen und bei der Saftigkeit waren die Extreme *Trocken* und *Saftig* verzeichnet. Bei der Färbung kam neben den zwei Extremen *Grau* und *Rot* im Mittelbereich die *Rosa* – Färbung dazu. Die Probanden sollten auf einem unskalierten Strahl ihr Urteil ausdrücken, anschließend wurden die cm auf diesem abgemessen (Ankreuzbogen „Sensorik Teil 1“).

Bei der Betrachtung dieser Abbildung ist klar erkennbar, dass die 55 °C Probe bei den Probanden klar als das zarteste Fleischstück angesehen wird. Bei den 57 °C und 60 °C ist kein Unterschied feststellbar.

Ähnliche Ergebnisse lassen sich bei der Betrachtung des Saftigkeitsaspekts darstellen. Die 55 °C Probe wird als klarer Ausreißer eingestuft und belegt diesmal allerdings den letzten Platz. Die beiden anderen Probenstücke liegen auch bei diesem Attribut sehr nah aneinander, jedoch soll laut den Teilnehmern das bei 60 °C zubereitete Fleischstück gering saftiger sein, als das bei 57 °C gegarte Stück.

Wassermoleküle werden je nach Zusammensetzung des Fleisches mit ansteigender Temperatur aus dem Fleisch abgegeben. Manche Proteine beginnen bei Temperaturen zwischen 52 °C und 60 °C aus der Form zu geraten, jedoch wird erst bei Temperaturen über 70 °C der Wassergehalt nennenswert abnehmen. Damit wird das Fleisch trocken. [4]

Eigentlich sollte somit das Fleischstück, welches bei 55 °C gegart wurde am saftigsten sein, jedoch könnten Faktoren wie Anbrat-Zeit oder Ölmenge die Bewertung beeinflussen.

Zusätzlich zu der Attributzuweisung auf der Skala, wurde im ersten Sensorikteil nach Unterschieden zwischen den Proben gefragt, die frei formuliert werden konnten. Diese Fragestellung sollte vor allem dazu dienen, Unterschiede in den Kaltstart- und Warmstartproben herauszufiltern. Es wurden sehr divergente

subjektive Wahrnehmungen angeführt, weshalb diese Kommentare nicht in die Ergebnisse mit aufgenommen werden. Diese sehr unterschiedlichen Wahrnehmungen haben jedoch dabei geholfen den zweiten Sensorikteil zu optimieren.

Bei der Betrachtung des Warm- und Kaltstart Vergleichs konnte bei der Zartheit und bei der Saftigkeit tendenziell die Warmstartprobe besser abschneiden. Jedoch konnte nicht jede/r einen Unterschied feststellen.

5.3 Sensorik Teil 2

Der zweite Sensorik Teil wurde diesmal in drei voneinander getrennten Durchläufen durchgeführt: Einer Rangordnungsreihe für die Attribute Zartheit und Färbung, eine Unterschiedsprüfung von Kalt- und Warmstartproben und ein Dreieckstest, um eine Abweichung der Proben festzustellen.

5.3.1 Fehlerquellen

Beim zweiten Sensorik- Durchgang waren, wie oben bereits erwähnt, drei Durchgänge geplant. Aufgrund eines Fehlers, konnte allerdings der dritte Sensorikteil nicht durchgeführt werden, da die Proben unbrauchbar waren. Nachdem jedoch schon beim ersten Sensorikteil ganz unterschiedliche Ergebnisse bei 2-3 °C Unterschieden verzeichnet werden konnten, und auch beim ersten Teil des zweiten Sensorikteils Unterschiede in der Beurteilung festgestellt werden konnten, scheint die Bewertung eines 1 °C Unterschieds sehr schwer zu sein.

Beim zweiten Durchlauf wurde auf die Fehlerquellen des ersten Durchgangs eingegangen, beim Servieren der Fleischproben wurden diesmal vorgewärmte Teller verwendet, um das Abkühlen der Proben zu verhindern. Zudem wurde darauf geachtet, dass jeder Teilnehmer die Proben auf einem identen Teller serviert zu bekommen, wie die Proben davor. Da bereits das Teller-Design möglicherweise Unterschiede in der Bewertung bringen könnte.

Als Fehlerquelle konnte beim zweiten Durchlauf klar die zu geringe Kommunikation mit den Prüfern gesehen werden. Da diesmal doppelt so viele Personen mitgemacht haben und die Sensorik aber auf drei Teile aufgeteilt war, war die Durchführung eine größere Herausforderung. Beim zweiten Sensorikdurchlauf waren zum Teil ungeschulte Tester im Panel. Diese waren anfänglich überfordert mit den vielen Proben und wussten nicht wirklich, was von ihnen verlangt wurde. Die anfängliche Einführung in den Testbogen hätte ausführlicher sein sollen.

5.3.2 Analyse und Ergebnis der Ankreuzbögen „Sensorik Teil 2“

Beim zweiten Sensorikteil sollten jeweils drei Fleischproben bei einer Rangordnungsreihe den Attributen Zartheit und Färbung möglichst objektiv in den Rängen 1 – 3 zugeordnet werden. Zudem wurden zwei Fleischproben

dargereicht bei denen lediglich festgestellt werden musste, ob ein Unterschied besteht oder nicht.

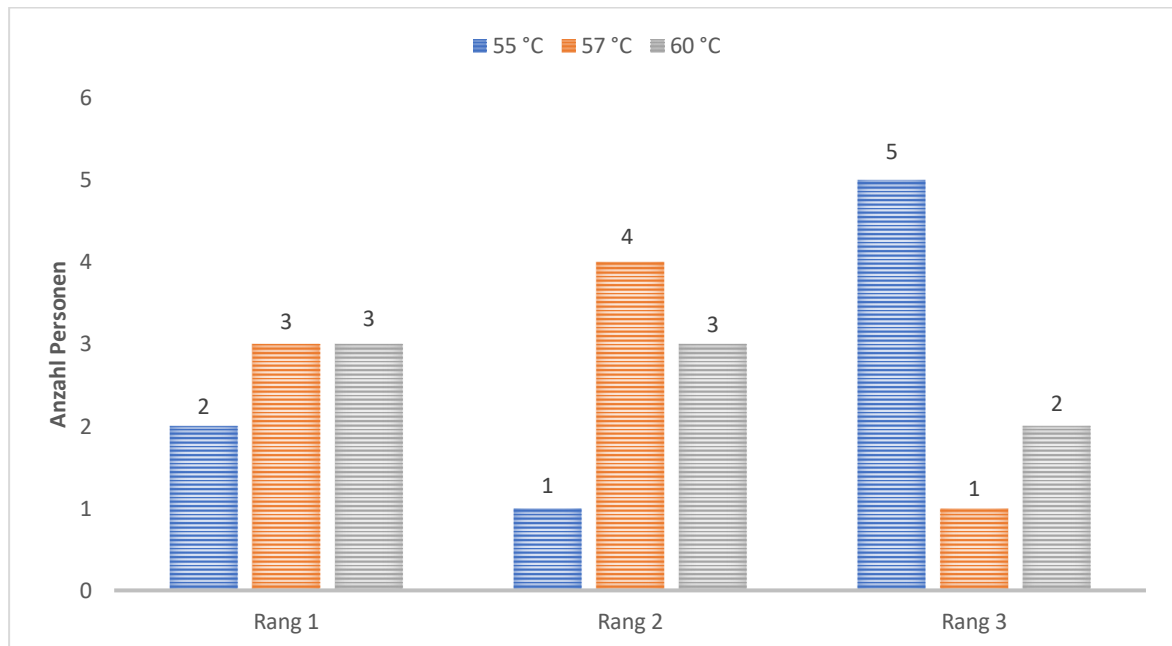


Abbildung 26 – Sensorikergebnisse von Rangzuordnung beim Attribut Zartheit (Rang 1 = zartesten; Rang 3 = am wenigsten zart)

Die Abbildung 26 zeigt das Ergebnis der sensorischen Prüfung bezogen auf das Attribut Zartheit. Am schlechtesten schnitt dabei das bei 55 °C zubereitete Fleischstück ab, mit fünf Stimmen für den letzten Rang und nur zwei für den ersten. Auf den zweiten Rang kommt in Summe das Fleischstück welches bei 60 °C zubereitet wurde. Damit ist laut den ProbandInnen ein Fleischstück, welches bei 57 °C gegart wurde, als am zartesten eingeschätzt.

Wider der Erwartung hat das Fleischstück, welches bei den niedrigsten Temperaturen gegart wurde, am schlechtesten abgeschnitten. Prinzipiell besteht allerdings die Möglichkeit, dass beim Warmhalten im Kombidämpfer Veränderungen beim Fleisch passiert sein konnten.

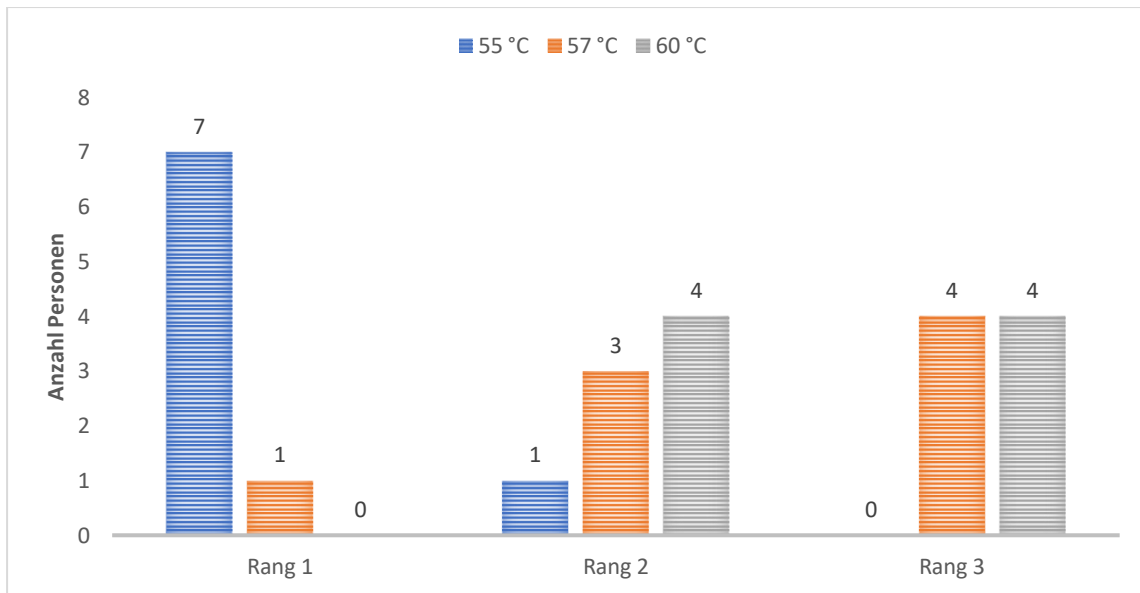


Abbildung 27 - Sensorikerggebnisse von Rangzuordnung beim Attribut Färbung (Rang 1 = zartesten; Rang 3 = am wenigsten zart)

Abbildung 27 beschreibt die unterschiedliche Rosafärbung. Rang 1 belegt mit großem Abstand das bei 55 °C gegarte Fleischstück, nur eine Person befand, dass das 57 °C Fleischstück eine intensivere Rosafärbung hatte. Die Auswertung zeigt damit die klare Tendenz, dass eine niedrigere Gartemperatur mit einer stärkeren Rosafärbung klar korreliert.

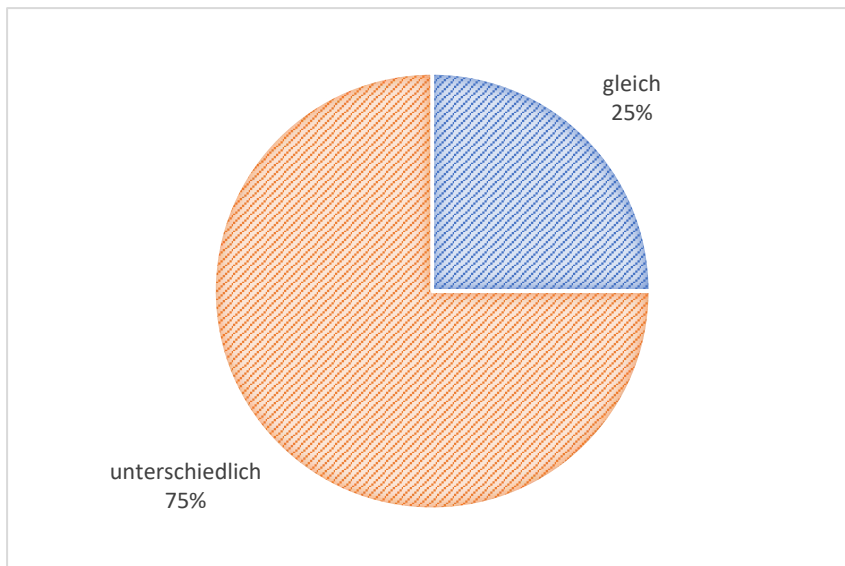


Abbildung 28 – Vergleich von Kaltstart- und Warmstart Rindfleischproben, bezogen auf einen vorhandenen (unterschiedlich) oder nicht vorhandenen (gleich) Unterschied in der Zartheit.

Das Kreisdiagramm (Abbildung 28) bildet den Vergleich der Kaltstart und der Warmstart Probe ab. 75 % der Teilnehmer (6 von 8 Personen) haben einen Unterschied in den beiden Proben wahrgenommen.

Um heraus zu finden inwiefern sich die Fleischstücke unterscheiden, müsste man einen zusätzlichen Sensorikversuch durchführen, um die Disparitäten näher zu identifizieren. Durch die beiden durchgeführten Versuche lässt sich jedoch nicht darstellen, wie der wahrgenommene Unterschied aussieht.

6. Diskussion

Die zu Beginn bestehende Vorahnung, dass jedes Sous-vide Gerät mit gewissen Ungenauigkeiten behaftet ist, konnte bestätigt werden. Bei jedem der getesteten Geräte ist eine auf Kommazahlen eingestellte Temperaturkontrolle, wie oft in der Literatur beschrieben, nicht möglich und nicht notwendig. Allerdings war die Vermutung, dass das Gerät ohne Wasserzirkulation die eingestellte Soll-Temperatur nicht erreicht, nicht gegeben.

Beim Gerätevergleich lässt sich die Vermutung äußern, dass Geräte welche seitlich in ein Wasserbad eingespannt werden unbedingt eine Pumpe für die Wasserumwälzung brauchen, um das Wasser zu erwärmen. Zusätzlich ist die Wasserumwälzung notwendig für eine exaktere und gleichmäßige Erwärmung. Beim *ALLPAX* Gerät kommt die Wärme, von der im Boden verbauten Heizung. Diese kann sich, auch wenn langsamer als bei den Geräten mit Wasserzirkulation, relativ gleichmäßig, im Wasserbad verteilen. Weiterhin ist auch die Fläche an der Temperatur einwirken kann viel größer. Das *ALLPAX* Gerät kann man als geschlossenes System bezeichnen, darum ist hier eine Wasserzirkulation nicht unbedingt notwendig. Bei den Geräten welche seitlich in ein Wasserbecken eingehängt werden, kann damit von offenen Systemen gesprochen werden. Darum scheint bei Apparaturen, die nur von einem Punkt extern Wärme einschleusen eine Wasserumwälzung unumgänglich, da sonst eine gleichmäßige Verteilung der Wärme im Wasser nicht gewährleistet ist. Zudem sind die Systeme, welcher mit einer Umwälzpumpe ausgestattet sind genauer in ihrer Temperaturkontrolle.

Aufgrund temperaturgenauer Angaben in der Literatur [4, 18], war die Erwartung präsent, dass es eindeutige Unterschiede zwischen den Fleischproben gibt. Entgegen dieser Vorstellung waren die Ergebnisse bezogen auf Saftigkeit und Zartheit nicht eindeutig. Es fiel den ProbandInnen sichtlich schwer manifeste Unterschiede bezogen auf die Zartheit in den Proben festzustellen. Die Abweichungen in der Bewertung der Zartheit des Fleisches können sich durch die unzureichende Schulung zu den Aufgaben, durch den Warmhaltungsprozess und die subjektive Wahrnehmung des Attributs Zartheit erklären lassen. Jede Person hat subjektiv eine eigene Bedeutung des Wortes „Zartheit“, da es sich dazu nicht um ein geschultes Sensorikpanel handelt, kann es zu gewissen Schwierigkeiten in

der Zuordnung kommen. Zudem besteht die Möglichkeit, dass durch den Warmhalteprozess im Kombidämpfer sich das Fleisch, trotz der geringeren Temperatur, geringfügig verändert hat und deswegen das Fleisch anders bewertet wurde, als im ersten Durchlauf, bei welchem die Proben direkt serviert wurden. Um signifikante Ergebnisse zu erreichen sollte diese Sensorik im Mehrfachversuch mit einem geschulten Panel durchgeführt werden.

Bei Fleisch ist es zudem bedeutend wie hoch der Bindegewebsanteil ist und welche Proteinzusammensetzung das Fleischstück hat, es wurde darauf geachtet, dass jedes Fleischstück eine ähnliche Zusammensetzung hat [4]. Die genaue Zusammensetzung hätte man exakt überprüfen müssen, was den Rahmen der Arbeit gesprengt hätte.

Bezüglich der Färbung konnte die 55 °C Probe mit der intensivsten Rosafärbung punkten. Damit wurde diese Erwartungshaltung bestätigt. Diese Korrelation lässt sich folgendermaßen erklären: Die Farbgebung eines Fleisches wird durch das Protein Myoglobin festgelegt. Es löst sich als kleine Kügelchen in den Fleischsäften bzw. in Wasser und gibt, aufgrund seines Eisengehalts, die rote Färbung wieder. Darum wird häufig irrtümlich von „blutigem“ Fleisch gesprochen. Wenn das Eisen oxidiert wird das Rot zu Grau, wie man beim Garen von Fleisch beobachten kann. Chemisch gesehen wird aus dem Myoglobin das Oxymyoglobin. Bei etwa 58 °C findet die Oxidation des Myoglobins statt, zu diesem Zeitpunkt lässt die Wasserbindung nach. Wenn diese Temperatur nicht überschritten wird bleibt das Fleisch faktisch in seiner Originalfarbe, wenn doch erhält das Fleisch einen bräunlichen Stich. Damit sind die im Querschnitt gesehenen Farben bei einem gebratenen Fleischstück ein Indikator für die im Fleisch herrschenden Temperaturen. Damit nicht zu verwechseln ist die Maillard- Reaktion, die beim Anbraten des Fleisches passiert. Die Maillard Reaktion ist für die braune Röstfärbung beim klassisch gebratenen Steak und für die Röstaromen zuständig und braucht Temperaturen über 170 °C. [4]

Zusammenfassend lässt sich die Vermutung äußern, dass es für Laien sehr schwer ist gradgenaue Unterschiede in dem Lebensmittel Rindfleisch heraus zu schmecken. Jede/r hat eine eigene Wahrnehmung von Zartheit und subjektive Vorlieben.

Um signifikante Ergebnisse in der Sensorik zu erlangen ist es wichtig ein objektives, geschultes Testpanel zur Testung hinzuzuziehen, um die Fragestellung im Mehrfachversuch beantworten zu können. In der Literatur findet man keine vergleichbaren Fragestellungen.

7. Zusammenfassung

Sous- vide ist nun seit Jahren aus den internationalen Küchen nicht mehr wegzudenken. Vorzüge sind die schonende Zubereitung der Lebensmittel unter genau kontrollierter Hitze. Zudem spart es Zeit, da man über Stunden garen lassen kann, ohne ständig zu rühren und zu beobachten. Durch die Verpackung sind die Lebensmittel vor gewissen Nährstoffverlusten geschützt und erhalten ihre einzigartige Konsistenz. [1 - 4]

Bei den Grundlagenversuchen haben sich folgende Ergebnisse manifestiert: Die verwendeten Versuchsgeräte sind alle mit Ungenauigkeiten behaftet. Das *ALLPAX* Haushaltsgerät ist mit einer Abweichung von 1 K, von der eingestellten Soll-Temperatur, das ungenaueste Gerät. Zusätzlich zu der gerätspezifischen Abweichung, kommen interne Abweichungen zusätzlich bei allen Geräten dazu (siehe Tabelle 2). Die Temperaturabweichungen im Wasser belaufen sich bei allen Geräten auf etwa 0,2 K bis 0,4 / 0,5 K (*ALLPAX*) im Kern auf 0,2 K.

Mit 0,5 K maximaler Abweichung laut Hersteller ist die Produktinformation des *Steba* Geräts am genauesten, da eine maximale Abweichung von 0,4 K in allen Versuchen gemessen wurde und diese sogar unter der angegebenen Abweichung des Herstellers ist [26]. Beim Versuch die Wasserumwälzung auszuschalten, erwärmte sich das Wasserbad sehr gering und langsam. Zudem zeigte es inkonstante Werte an.

Dem *Fusion-chef* wurde mit einer maximalen Abweichung von 0,05 K, laut der Bedienungsanleitung, eine größere Genauigkeit zugeschrieben. Diese konnte das Gerät nicht einhalten, da die gleiche maximale Abweichung wie im *Steba* Gerät manifestiert werden konnten. [25]

Am ungenauesten ist das Haushaltgerät von *ALLPAX*. Der Hersteller gibt eine Ungenauigkeit von 0,1 K an [24], welche das Gerät stark überschreitet. Mit 1 K Abweichung von der eingestellten Soll-Temperatur und zusätzlicher interner Ungenauigkeit von bis zu 0,5 K ist es, ohne der Überprüfung der tatsächlichen Wassertemperatur, für die gradgenaue Zubereitung von Lebensmitteln am wenigsten geeignet. Diese Ungenauigkeit ist möglicherweise durch das Fehlen einer Umwälzpumpe zu erklären.

Die Geräte mit Wasserumwälzung erwärmen das Wasser schneller, als das

ALLPAX Gerät ohne Wasserumwälzung. Der *Fusion-chef* erwärmt das Wasser am schnellsten (~ 15 Min. bei einer Soll-Temperatur von 58 °C), der *Steba* braucht rund doppelt so lange (~28 Min.) und das *ALLPAX* Gerät fast dreimal so lang (~ 40 Min.). Beim versuchten Ausschalten der Wasserzirkulation wurden divergente Ergebnisse erzielt, jedoch ergab sich die Tendenz, dass die Wasserbecken mit abgeschirmter Wasserzirkulation länger brauchten, um sich zu erwärmen. Daraus lässt sich die Theorie ableiten, dass nur durch die Wasserzirkulation eine gleichmäßige, schnelle und relativ exakte Erwärmung des Wasserbads garantiert werden kann. Diese Theorie lässt sich auch durch die Gegenüberstellung der Erwärmungsdauer stützen.

Die Positionierung des Garguts im Wasser macht keinen Unterschied in der Kerntemperatur aus. Der zusätzlich getestete *Kombidämpfer* ist für die gradgenaue Temperaturkontrolle nicht geeignet.

Bei den Sensorikversuchen kann gesagt werden, dass die Einschulung und das Gespräch mit den Probanden sehr wichtig sind. Die Zartheit konnte bei den Sensorikversuchen nicht eindeutig mit einer Temperatur in Verbindung gebracht werden. Beim ersten Sensorikversuch wurde das Fleischstück, welches bei der niedrigsten Temperatur gegart wurde (55 °C) als zartestes Fleischstück eingeordnet, in der zweiten Runde dagegen als am wenigsten zarte. Bei der Färbung konnte ein recht eindeutiges Ergebnis erzielt werden. Die 55 °C Probe zeigte die intensivste Rosafärbung.

Bei den Warm- und Kaltstartprobestücken wurde von 75 % der ProbandInnen ein Unterschied geschmeckt. In Betrachtung der Bewertung der ersten Sensorikrunde wurde die Warmstartprobe minimal besser in der Zartheit und der Saftigkeit bewertet, jedoch konnte nicht von jedem/r ProbandIn ein Unterschied festgestellt werden. Für eine nähere Bestimmung der Unterschiede muss man allerdings spezifischere Versuchsreihen durchführen, um die Unterschiede zu konkretisieren.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Baldwin, Douglas E. (2012):** Sous vide cooking: A review. International Journal of Gastronomy and Food Science, 1 January 2012, Vol.1(1) pp.15-30 [Peer Reviewed Journal]
- [2] Keller, Thomas / Beno, Jonathan / Lee, Corey / Rouxel, Sebastien (2008):** Under pressure: Cooking Sous-vide. New York: Artisan
- [3] McGee, Harold (2008):** A powerful new cooking tool. In: Thomas Keller (Hrsg.): Under Pressure: Cooking sous vide. New York: Artisan, 2-4
- [4] Tzschirner, Hubertus / Vilgis, Thomas A. / Esswein, Daniel (Fotografie) (2016):** Sous Vide. Der leichte Einstieg in die sanfte Gartechnik. 6. Auflage. Köln: Fackelträger Verlag GmbH
- [5] Chiavaro, Emma / Mazzeo, Teresa / Visconti, Attilio / Manzi, Chiara / Fogliano, Vincenzo / Pellegrini, Nicoletta (2012):** Nutritional quality of sous vide cooked carrots and brussels sprouts. Journal of agricultural and food chemistry, 13 June 2012, Vol.60(23), pp.6019-25 [Peer Reviewed Journal]
- [6] Mortensen, Louise M. / Frøst, Michael Bom / Skibsted, Leif H. / Risbo, Jens (2012):** Effect of Time and Temperature on Sensory Properties in Low-Temperature Long-Time Sous-Vide Cooking of Beef. Journal of Culinary Science & Technology, 01 January 2012, Vol.10(1), pp.75-90 [Peer Reviewed Journal] Taylor & Francis Group
- [7] Schellekens, Mia (1996):** New research issues in sous-vide cooking. Trends in Food Science & Technology. 7/ 8: 256-262
- [8] Church, Ivor J. / Parsons, Anthony L. (2000):** The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. International Journal of Food Science and Technology, 35:155–162
- [9] Pichert, Horst (2001):** Haushaltstechnik: Verfahren und Geräte. 2. Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.
- [10] Dürr, Horst (1992):** Lebensmittelverarbeitung im Haushalt. 5. überarbeitete Auflage. Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V. (Hrsg.). Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co
- [11] Kleiner, Ulrike / Reiche, Thomas (2016):** Cook & Chill in Theorie und Praxis. Planung – Umsetzung – Kosten. 2. Auflage. Hamburg: B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG

- [12] Stiftung Warentest (2018):** Beutel à la carte. Sous vide. 1/ 2018. 52-54 & Heiße Stäbe für Oho-Küche. Sous-vide-Garer. 1/2018. 55-57
- [13] Rybka-Rodgers, Svetlana (2001):** Improvement of food safety design of cook-chill foods. Food Research International, 34:449–455
- [14] Brömer, Rainer (2005):** Pasteurisation. In: Werner E. Gerabek, Bernhard D. Haage, Gundolf Keil, Wolfgang Wegner (Hrsg.): Enzyklopädie Medizingeschichte. De Gruyter: Berlin/New York, 1112
- [15] Snyder, O. Peter (2006):** Jr. Food safety hazards and controls for the home food preparer. Technical report, Hospitality Institute of Technology and Management.
- [16] Kosewski, Grzegors / Górna, Ilona / Bolesławska, Izabela / Kowalówka, Magdalena / Więckowska, Barbara / Główska, Anna K. / Morawska, Anna / Jakubowski, Karol / Dobrzyńska, Małgorzata / Miszczuk, Piotr / Przysławski, Juliusz (2018):** Comparison of antioxidative properties of raw vegetables and thermally processed ones using the conventional and sous-vide methods. Food Chemistry, 1 February 2018, Vol. 240, pp. 1092-1096 [Peer Reviewed Journal]
- [17] Aachner Nachrichten (2018):** Vakuumgaren: Nicht für alle Produkte geeignet. 28.09., 14
- [18] Wylie, Christina (2017):** The Sous Vide Kitchen: Techniques, Ideas, and more than 100 Recipes to Cook (E-Book). Minneapolis: Motorbooks (Imprint of The Quarto Group)
- [19] Derndorfer, Eva (2016):** Lebensmittelsensorik. 5., überarbeitete Auflage. (2006). Wien: facultas Universitätsverlag, Facultas Verlags- und Buchhandels AG
- [20] Baier, Elvira (2010):** Sensorische Prüfungen. In: AID Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. (Hrsg.): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt. Gießen: Brühlsche Universitätsdruckerei, 22-30
- [21] Kallweit, Erhard / Fries, Reinhard / Kielwein, Gerhard / Scholtyssek, Siegfried (1988):** Qualität tierischer Nahrungsmittel. Fleisch – Milch – Eier. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co
- [22] Stone, Herbert / Sidel, Joel L. (2004):** Sensory evaluation practices. 3 Auflage. Elsevier Academic Press
- [23] Rousseau B.; O'Mahony M. (2001):** Investigation of the Dual-Pair Method as a Possible Alternative to the Triangle and Same-Different Tests. In: Journal of

Sensory Studies 16: 161-178

[24] ALLPAX GmbH & Co. KG (2018): ALLPAX SousVide Gerät Modell SV 12. Bedienungsanleitung. Papenburg.

[25] Julabo GmbH (2018): Fusion-chef, by Julabo. Diamond premium sous vide collection. Bedienungsanleitung. Seelbach. Online:

<https://www.fusionchef.de/de/sous-vide-garer/diamond-sous-vide-garer/diamond-z> (Zugriff am 01.05.2018)

[26] Steba Elektrogeräte GmbH & Co. KG (2018): Sous-Vide Garer SV 50. Betriebsanleitung. Strullendorf.

[27] Braun, Birgit / Dickau, Torsten / Lichtenberg, Wolfhart / Naumann, Gerd; Schlich, Elmar / Wentzlaff, Günter (2005): Küche und Technik. Handbuch für gewerbliche Küchen. In: AID Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. (Hrsg.) 3825/2005. Reinheim: Lokay e.V., 36-59

[28] Naumann, Gerd (2010): Dampfgarer und Dampfdruckgarer. In: AID Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. (Hrsg.): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt. Gießen: Brühlsche Universitätsdruckerei. 84-87

[29] MULTIVAC Sepp Hagenmüller GmbH & Co. KG (2018): MULTIVAC Verpackungsmaschine Typ C200. Betriebssanleitung. Wolfertschwenden.

[30] JOPKE – Gastronomie und Kühltechnik (2018): Rational Kombidämpfer SCC 101 SelfCooking Whiteefficiency, online: <https://www.rational-kombidaempfer.de/RATIONAL-SelfCooking-Center/Rational-SCC-101-SelfCooking-Center-Elektro.html> (Zugriff am 28.11.2018)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Ablaufschema Cook & Serve und Cook & Hold (Quelle: nach Kleiner / Reiche, 2016: 13).....	11
Abbildung 2 – Gartemperaturbereiche beim Sous-vide Garen von Lebensmitteln (Quelle: Tzschirner / Vilgis, 2016: 12).....	18
Abbildung 3 - Unterschied der Wärmeübertragung im Kombidämpfer unter Dampf und im Wasserbad mittels direktem Wasserkontakt (Quelle: Tzschirner / Vilgis, 2016: 38).....	28
Abbildung 4 - unterschiedliche Größen der Testlebensmittel Steine.....	30
Abbildung 5 – Beispiel für Fixierung des Steins im Wasserbad.....	32
Abbildung 6 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer (Fusion-chef).....	36
Abbildung 7 – Temperaturanstieg der Kerntemperatur (ALLPAX).....	37
Abbildung 8 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer und von der (Nicht)Verwendung von Vakuumbuteln (Fusion chef).....	38
Abbildung 9 – Thermometer verbunden mit dem Stein zur Messung der Kerntemperatur ohne Vakuumbutel.....	39
Abbildung 10 – Fusion-chef im Wasserbad. Schnurkonstruktion.....	41
Abbildung 11 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer und der Positionierung der Steine (Fusion chef).....	42
Abbildung 12 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer und der Positionierung der Steine (ALLPAX).....	42
Abbildung 13 – Temperaturmessung des am Boden positionierten Sensors im ALLPAX-Wasserbad (Solltemperatur: 58 °C).....	44
Abbildung 14 – Temperaturanstieg in Abhängigkeit von der genutzten Wassermenge (Fusion chef).....	45
Abbildung 15 – Temperaturanstieg in Abhängigkeit von Wassermenge und verwendetem Gerät (Fusion-chef und ALLPAX).....	46
Abbildung 16 – Metalplatte im Wasserbad des Fusion-chefs.....	48
Abbildung 17 – Temperaturanstieg in Abhängigkeit von (nicht) vorhandener Wasserumwälzung (Fusion chef).....	49
Abbildung 18 – Temperatur in Abhängigkeit von der Prozessdauer (Steba).....	50
Abbildung 19 – Mittelwert der Temperaturabweichungen in Abhängigkeit von der Wasserzirkulation (Ausbau des Ventilators) (Steba).....	51
Abbildung 20 – Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zugabe des Steins (Steba).....	53
Abbildung 21 – Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zugabe des Steins (Fusion-chef).....	54
Abbildung 22 – Kerntemperaturanstieg in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zugabe des Steins (ALLPAX).....	54
Abbildung 23 – Temperaturanstieg im Kombidämpfer.....	55
Abbildung 24 – Temperaturanstieg im Kombidämpfer.....	56
Abbildung 25 – Vergleich der bei 55, 57 und 60 °C zubereiteten Rindfleischproben im Zuge des ersten Sensorikversuchs. Vergleich in ihrer Zartheit, Saftigkeit und Färbung..	61
Abbildung 26 – Sensorikergebnisse von Rangzuordnung beim Attribut Zartheit.....	65
Abbildung 27 - Sensorikergebnisse von Rangzuordnung beim Attribut Färbung.....	66
Abbildung 28 – Vergleich von Kaltstart- und Warmstart Rindfleischproben, bezogen auf einen vorhandenen (unterschiedlich) oder nicht vorhandenen (gleich) Unterschied in der Zartheit.....	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Richtwerte für Gartemperaturen von Fleisch (Julabo GmbH Betriebsanleitung: 27).....	27
Tabelle 2 – maximal gemessene Temperaturabweichungen bei den Sous-vide Geräten	52
Tabelle 3 –Vergleich der Erhitzungsdauer der Sous-vide Geräte (Soll-Temperatur: 58 °C).....	57


Anhang


Ankreuzbogen „Sensorik Teil 1“


Sensorik Teil 1, 16.2.2018

Bitte kreuzen Sie auf der unten angeführten Skala an wie stark folgende Attribute für die Proben zutreffen. Pro Probe bitte nur ein Kreuz setzen. Rückkosten ist erlaubt.

Nr.: 222, 410, 793

Zäh	Zart
	

Trocken	Saftig
	

Grau	Rosa	Rot
		

Zusätzlich vergleichen Sie a und b jeder Probe und führen Sie an, ob ein Unterschied zwischen den Proben vorhanden ist. Rückkosten ist erlaubt.

Nr.: 222

--

Nr.: 410

--

Nr.: 793

--

Ankreuzbogen „Sensorik Teil 2“

Sensorik Teil 2, 27.2.2018

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: _____	Rang 1: _____
Rang 2: _____	Rang 2: _____
Rang 3: _____	Rang 3: _____

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit)?

gleich unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945 621 377
 kein Unterschied

Sensorik Teil 1, 16.2.2018

Bitte kreuzen Sie auf der unten angeführten Skala an wie stark folgende Attribute für die Proben zutreffen. Pro Probe bitte nur ein Kreuz setzen. Rückkosten ist erlaubt.

Nr.: 222, 410, 793

Zäh	Zart

Trocken	Saftig

Grau	Rosa	Rot

Zusätzlich vergleich Sie a und b jeder Probe und führen Sie an, ob ein Unterschied zwischen den Proben vorhanden ist. Rückkosten ist erlaubt.

Nr.: 222

a: visuell gleichmäßig ~~waschen~~ mehr rosa

Nr.: 410

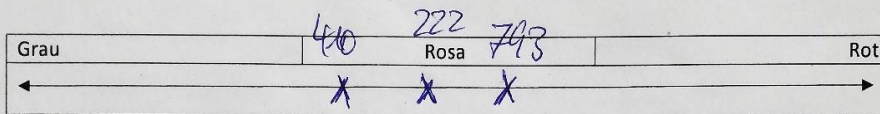
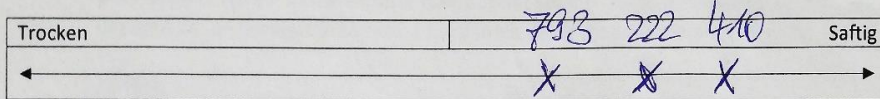
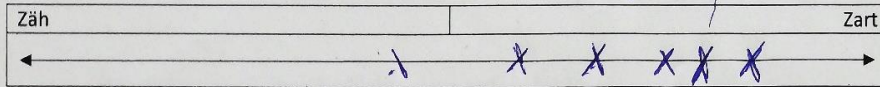
Nr.: 793

Sensorik Teil 1, 16.2.2018

Bitte kreuzen Sie auf der unten angeführten Skala an wie stark folgende Attribute für die Proben zutreffen. Pro Probe bitte nur ein Kreuz setzen. Rückkosten ist erlaubt.

Nr.: 222, 410, 793

410
793b 222b 793a / 222a



Zusätzlich vergleichen Sie a und b jeder Probe und führen Sie an, ob ein Unterschied zwischen den Proben vorhanden ist. Rückkosten ist erlaubt.

Nr.: 222

a) ^{leicht} weicher, saftiger als b)

Nr.: 410

keine Unterschiede

Nr.: 793

b) ^{etwas} stabiler, etwas geratener als weicher, saftiger

Ausgefüllte Sensorikbögen, Teil 2:

Sensorik Teil 2, 27.2.2018

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>645</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>437</u>	Rang 2: <u>437</u>
Rang 3: <u>892</u>	Rang 3: <u>645</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Sensorik Teil 2, 27.2.2018

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>645</u>	Rang 1: <u>437</u>
Rang 2: <u>437</u>	Rang 2: <u>892</u>
Rang 3: <u>892</u>	Rang 3: <u>645</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>437</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>892</u>	Rang 2: <u>437</u>
Rang 3: <u>645</u>	Rang 3: <u>645</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Sensorik Teil 2, 27.2.2018

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>437</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>645</u>	Rang 2: <u>645</u>
Rang 3: <u>892</u>	Rang 3: <u>437</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Sensorik Teil 2, 27.2.2018

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>434</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>645</u>	Rang 2: <u>434</u>
Rang 3: <u>892</u>	Rang 3: <u>645</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

vorallem Farbe

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>892</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>437</u>	Rang 2: <u>645</u>
Rang 3: <u>645</u>	Rang 3: <u>437</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Sensorik Teil 2, 27.2.2018

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>645</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>437</u>	Rang 2: <u>645</u>
Rang 3: <u>892</u>	Rang 3: <u>437</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

621

377

kein Unterschied

Geschlecht: w / m

Alter: 20-29 30-39 40-49 50-60 >60

1. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte ordnen Sie die Proben nach Zartheit und Färbung des Fleisches. Rang 1 ist das zarteste bzw. das mit der intensivsten Rosafärbung, Rang 3 dagegen das am wenigsten zarteste bzw. das mit der leichtesten Rosafärbung.

Zartheit	Färbung
Rang 1: <u>645 892</u>	Rang 1: <u>892</u>
Rang 2: <u>892 645</u>	Rang 2: <u>645</u>
Rang 3: <u>437</u>	Rang 3: <u>437</u>

2. Sie erhalten zwei Proben Rindfleisch. Sind die beiden gleich oder unterschiedlich (Zartheit) ?

gleich

unterschiedlich

sehr deutlich!

3. Sie erhalten drei Proben Rindfleisch. Bitte testen Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe von den anderen abweicht. Rückkosten ist erlaubt.

945

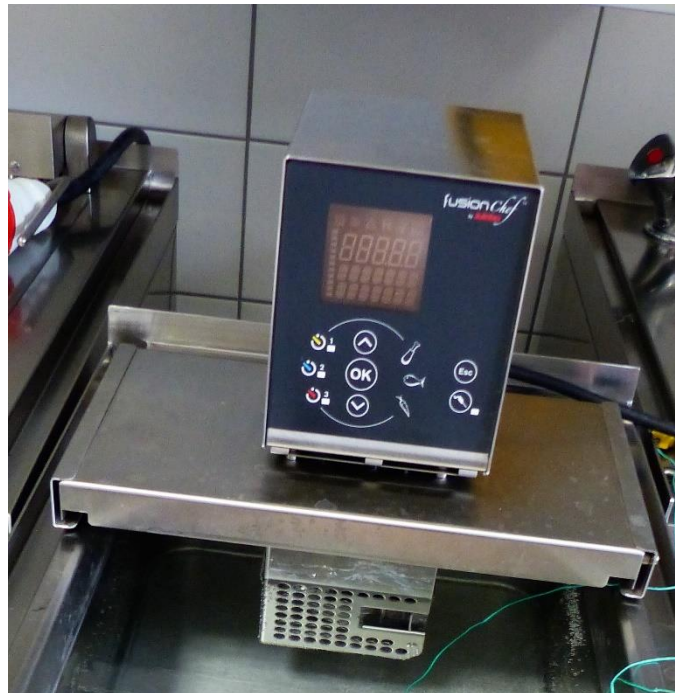
621

377

kein Unterschied

Getestete Geräte:

Fusion-chef



ALLPAX



Steba

