

Bundeforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach  
Institut für Chemie und Physik  
Leiter: Dir. und Prof. Dr. K.-O. Honikel

## **Abschlussbericht**

**des Forschungsvorhabens**

### **„Gemüsewurstqualität“**

**„Fettreduktion bzw. Ballaststoffhöhung in Brühwurst durch den Einsatz von  
Gemüse und Obst“**

(Grundsätzliches Studium der qualitativen Eigenschaften aus  
ernährungsphysiologischer, technologischer und sensorischer Sicht)

**der**

**Förderergesellschaft für Fleischforschung e. V.**

Projektleiter: Dr. S. Münch

Zeitraum 1. Januar bis 31. Dezember 2006

Dezember 2006

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung	2
2. Ziel	3
3. Material und Methoden	3
4. Ergebnisse	5
4.1 Auswahl der pflanzlichen Zutaten	5
4.2 Bewertung der verschiedenen pflanzlichen Zutaten	9
4.3 Beliebtheitstest von Gemüsewürsten	15
4.4 Lagerungsversuche von Gemüsewürsten	17
5. Schlussfolgerungen	23
6. Literatur	23

## 1. Einleitung

Fleischerzeugnisse sind aufgrund ihrer Zusammensetzung wesentlich weniger fette Produkte als gemeinhin von Verbrauchern, Verbraucherorganisationen und Regierungsvertretern angenommen wird. Durch den Einsatz von Schweinefleisch und Schweinefettgewebe, aber auch Fleisch anderer Tierarten ist in der Regel das Fettsäurespektrum zu ca. 60 % ungesättigt, bei einem mittleren Fettgehalt der Fleischerzeugnisse von etwa 25 % (Souci, Fachmann, Kraut 2000; Honikel 2004). Dies führt nach der Auswertung des Ernährungsberichts 2004 dazu, dass heute zwischen 20 und 25 % der Fettaufnahme in Deutschland aus Lebensmitteln von Fleisch- und Fleischerzeugnissen stammen.

Der Proteingehalt des Fleisches ist sehr hochwertig (Honikel, Seuß 1993), der Salzgehalt mit 1,8 - 2 % bei der Brühwurst relativ niedrig im Vergleich zu anderen gesalzenen Lebensmitteln. Der Vitamingehalt, vor allem der der wasserlöslichen B-Vitamine und durch Zusatz von Ascorbat auch der des Vitamin C, sind erstaunlich hoch. Dennoch werden immer wieder Fleischerzeugnisse mit ihrem mutmaßlich hohen Fettkonsum und sonst kaum bekannten Inhaltsstoffen für das Übergewicht der Bevölkerung verantwortlich gemacht. Trotz all dieser bereits positiven Fakten wären Neuentwicklungen in Richtung funktioneller Erzeugnisse und Mischprodukte wünschenswert, da sie den Vorstellungen der Verbraucher näher kämen (Ruthig et al. 2001; Jimenez-Colmenero et al. 2001).

Durch eine Fettreduktion und eine Ballaststoffhöhung mit natürlichen unveränderten Lebensmitteln würden die hohe Wertigkeit des vorhandenen Fleischproteins sowie die Konzentrationen wertvoller Mineralstoffe und Vitamine zusätzlich hervorgehoben. Dadurch könnte ein solches Produkt nicht mehr in die Ecke der unerwünschten Lebensmittel gedrängt werden (Danisco 2004). Solche Mischprodukte würden auch einen neuen Markt für gesundheitsbewusste Verbraucherinnen und Verbraucher öffnen, sobald die Qualität der Produkte vom Verbraucher als akzeptabel angesehen wird und seine Haltbarkeit für die übliche Zeit gewährleistet werden kann.

## **2. Ziel**

Ziel der Untersuchungen war in erster Linie tierisches Fett in Fleischerzeugnissen teilweise durch unveränderte pflanzliche „natürliche“ Produkte wie Gemüse oder Obst zu ersetzen. Dazu waren - ausgehend von in Diplomarbeiten an der TU München gemachten Erfahrungen - die technologischen Möglichkeiten für sensorisch akzeptable oder verbesserte Produkte einer „Gemüsewurst“ auszuloten. Darüber hinaus sollten Fakten ermittelt werden über die Zusammensetzung dieser Erzeugnisse (auch jenseits der Leitsätze, die für solche Mischprodukte ohnehin nicht existieren). Bei den sensorischen Daten sollte dabei nicht nur auf den Biss, sondern auch auf die Farbe und die ausreichende Haltbarkeit der Produkte (Ranzigkeit) geachtet werden.

## **3. Material und Methoden**

Im Rahmen der Untersuchungen wurden ausschließlich Brühwurstzeugnisse hergestellt, insbesondere weil sie gegenüber Roh- oder Kochwürsten einen deutlich größeren Verzehranteil und somit eine größere Marktbedeutung besitzen. Zudem können sie schneller produziert werden, da sie im Gegensatz zu den Rohwürsten keine Reifezeit benötigen. Als Brühwurst-Typ wurde in erster Linie Gelbwurst gewählt, weil sich in Vorversuchen gezeigt hat, dass dieses Produkt sensorisch für pflanzliche Zusätze am besten geeignet ist. Später wurden auch Versuche mit umgeröteter Brühwurst (Lyoner) durchgeführt.

Die Würste wurden generell im Magerbrätverfahren hergestellt. Dazu wird das Fleisch getrennt gewolft (2 mm) und jeweils gut gemischt; beide Gewebe werden im Kühlraum über Nacht bei +2 °C gelagert. Zur Verarbeitung wird das gekühlte Fleisch in den 20-l-Kutter mit 6-Messer-Kopf (Müller) gegeben, das Salz und das Phosphat werden während der ersten 3 Kutterschüsselumdrehungen zugegeben. Anschließend wird das Eis stufenweise zugesetzt. Nach 30 Kutterschüsselumdrehungen wird der Kuttervorgang unterbrochen und das Brät im Kutterdeckel abgestreift, nach 30 weiteren Kutterschüsselumdrehungen wird der Kutterdeckel erneut gesäubert und Schweinespeck, Gewürzmischung sowie Ascorbat zugegeben. Nach 90 Kutterschüsselumdrehungen wird der Kutterprozess

wiederum unterbrochen und zur Erzielung eines homogenen Brätes wird das am Kutterdeckel haftende Brät erneut abgestreift und bis ca. 12 °C weitergekuttert (120 Kutterschüsselumdrehungen). Die Bräte wurden in Kunstdärme mit PVDC-Lackschicht (innenlackierte Cellulosefaserdärme, Nalo Top gelb, Kaliber 60, 50 cm) abgefüllt und verklipt. Dann wurden sie im Dampfkochschrank bei 78 °C ca. 75 min auf 75 °C Kerntemperatur erhitzt. Die Lagerung der Fleischerzeugnisse erfolgte bei 2 °C (+/- 1 °C) für 6 Wochen. Die maximal mögliche Lagertemperatur von 7 °C sollte im Hinblick auf Temperaturschwankungen der Kühleinrichtungen sowie einer gewissen Sicherheit nicht vollends ausgeschöpft werden. Grundsätzlich wurden stets Vergleiche zu herkömmlichen Erzeugnissen (Kontrolle) gezogen; diese Rezeptur ist in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Grundrezeptur der Brühwurst (Kontrolle):

Chargen-Nr.:		1
50 % Schweinefleisch (S II)	kg	2,500
25 % Schweinerückenspeck	kg	1,250
25 % Eis	kg	1,250
1,6 % Kochsalz (bzw. NPS)	kg	0,080
0,2 % Diphosphat	kg	0,010
0,37 % Gelbwurstgewürz	kg	0,019
0,03 % Natriumascorbat	kg	0,0015
Gesamtbrät	kg	5,111

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Auswahl der pflanzlichen Zutaten

Das Ziel dieses Projektes war die Verringerung des Fettgehaltes von Brühwurst durch den Zusatz von Gemüse bei unverändertem Fleischanteil und ansprechender Sensorik. Um das zu erreichen, wurde im Wesentlichen folgende Vorgehensweise gewählt:

Der Fettanteil der Brühwürste wurde um den Trockensubstanzgehalt des eingesetzten Gemüses verringert.

Die Schüttung wurde um den Wasseranteil des eingesetzten Gemüses vermindert (s. Tab. 2). Damit war gewährleistet, dass der Wasseranteil der Gemüsewurst gegenüber der Kontrolle im Normalfall nicht wesentlich höher lag, es sei denn dies war beabsichtigt (s. Tab. 3). Der ähnliche Wassergehalt wurde absichtlich angestrebt, um einerseits auch den Proteingehalt in etwa auf gleichem Niveau zu halten. Andererseits sollte die Konsistenz der Würste nicht durch einen höheren Wasseranteil verändert werden, damit der Einfluss des Gemüses (bzw. Obst) zu erkennen ist. Um den Fettgehalt überhaupt merklich verringern zu können, wurden vorzugsweise Gemüsearten (bzw. Obst) gewählt, die einen möglichst niedrigen Wasseranteil (< 90 %) besitzen (Tabelle 2; gelb markierte Arten).

An rohem Gemüse wurde **Schwarzwurzel, Sellerie, Kartoffel, Linse, Erbse, Bohne, Kohlrübe, Tobinambur, Weißkraut, Blumenkohl, Kohlrabi** und **Karotte** eingesetzt. Die gleichen Gemüsearten wurden auch jeweils erhitzt getestet. Außerdem wurde Schwarzwurzel, Bohne und Erbse aus Gemüsekonserven verwendet. An Obst wurde **Banane, Apfel** und **Orange** jeweils roh geprüft.

Der Gemüseanteil lag stets zwischen 20 und 40 %, weil einerseits bei geringerem Anteil nur eine unwesentliche Fettreduzierung eingetreten wäre und andererseits bei höherem Gemüseanteil der Charakter von Fleischerzeugnissen beginnt in Frage zu stehen.

In Tab. 2 zeigt sich, dass frische pflanzliche Produkte meist mehr als 80 % Wasser enthalten, viele über 90 %. Nur getrocknete Leguminosen fallen heraus.

Tab. 2: Hauptinhaltsstoffe verschiedener Getreide, Gemüse, Hülsenfrüchte sowie Obst <sup>a</sup>

	Wasser <sup>b</sup> (%)	Protein <sup>c</sup> (%)	Fett <sup>d</sup> (%)	Kohlehydrate, verfügbar <sup>e</sup> (%)	Ballaststoffe, gesamt <sup>f</sup> (%)	Asche (%)	Summe (%)
<b>Getreide und Getreidemehle</b>							
Mais, ganzes Korn, roh	12,50	8,54	3,80	64,66	9,20	1,30	100,00
<b>Wurzel- und Knollengemüse</b>							
Kartoffel, roh	77,80	2,04	0,11	14,81	2,07	1,02	97,85
Kartoffel, gekocht	77,80	2,04	0,11	14,81	1,70	1,00	97,46
Kohlrabi, roh	91,60	1,94	0,10	3,70	1,44	0,95	99,73
Kohlrübe, roh	89,30	1,16	0,16	7,16		0,77	98,55
Karotte, roh	88,20	0,98	0,20	4,80	3,63	0,86	98,67
Schwarzwurzel, roh	78,60	1,39	0,43	1,63	16,96	0,99	100,00
Schwarzwurzel, gekocht und abgetropft	82,10	1,30	0,40	2,00		0,80	86,60
Sellerie, roh	88,60	1,55	0,33	2,25	4,23	0,94	97,90
Tobinambur, roh	78,90	2,44	0,41	4,00	12,07	1,74	99,56
Weißer Rübchen, roh	90,50	0,99	0,22	4,66	3,49	0,73	100,59
<b>Blatt-, Stängel- und Blütengemüse</b>							
Blumenkohl, roh	91,60	2,46	0,28	2,34	2,92	0,82	100,42
Brokkoli, roh	89,70	3,30	0,20	2,51	3,00	1,10	99,81
Spargel, roh	93,60	1,90	0,14	2,04	1,47	0,62	99,77
Weißkraut, roh	90,49	1,37	0,20	4,16	2,96	0,59	99,77
<b>Gemüsefrüchte</b>							
Aubergine, roh	92,60	1,24	0,18	2,49	2,82	0,50	99,83
Bohnen, grün, roh	90,30	2,39	0,24	5,09	1,89	0,72	100,63
Gurke, roh	96,80	0,60	0,20	1,81	0,54	0,60	100,55
Paprika, Paprikaschote, roh	91,00	1,17	0,33	2,91	3,59	0,57	99,57
Tomate, roh	94,20	0,95	0,21	2,60	0,95	0,61	99,52
Zucchini, roh	92,20	1,60	0,40	2,05	1,08	0,70	98,03

Tab. 2 (Fortsetzung): Hauptinhaltsstoffe verschiedener Getreide, Gemüse, Hülsenfrüchte sowie Obst <sup>a</sup>

	<b>Wasser<sup>b</sup></b> (%)	<b>Protein<sup>c</sup></b> (%)	<b>Fett<sup>d</sup></b> (%)	<b>Kohlehydrate, verfügbar<sup>e</sup></b> (%)	<b>Ballaststoffe, gesamt<sup>f</sup></b> (%)	<b>Asche</b> (%)	<b>Summe</b> (%)
<b>Hülsenfrüchte und Ölsamen</b>							
Bohnen, grün (in Dosen), erhitzt	92,80	1,20	0,10	3,78		0,97	98,85
Bohnen, weiß, trocken	11,60	21,30	1,60	40,07	17,00	4,00	95,57
Bohnen, weiß, gekocht	73,40	7,45	0,60	12,06		1,40	94,91
Erbsen, grün (in Dosen), erhitzt	84,20	3,60	0,35	8,56		1,13	97,84
Erbse, grün, roh	75,22	6,55	0,48	12,30	4,25	0,92	99,72
Erbse, trocken	11,00	22,90	1,44	41,22	16,60	2,68	95,84
Kichererbse, grün, roh	61,10	7,50	2,70	21,24		1,30	93,84
Linsen, trocken	11,80	23,50	1,40	51,95	10,60	3,20	102,45
Linsen, gekocht	76,60	7,40	0,40	13,40		1,00	98,80
<b>Kernobst</b>							
Apfel, roh	85,30	0,34	0,58	11,43	2,02	0,32	99,99
Banane, roh	73,90	1,15	0,18	20,03	1,82	0,83	97,91
<b>Exotische Früchte</b>							
Apfelsine, roh	85,70	1,00	0,20	8,25	1,60	0,48	97,23

<sup>a</sup> Daten entnommen aus Souci, Fachmann, Kraut (2000)

<sup>b</sup> gelb: pflanzliche Lebensmittel mit geringerem Wassergehalt (< 90 %)

<sup>c</sup> rot: pflanzliche Lebensmittel mit höherem Proteingehalt (> 5 %)

<sup>d</sup> blau: pflanzliche Lebensmittel mit höherem Fettgehalt (> 1 %)

<sup>e</sup> Kohlehydrate verfügbar: diese Stoffe werden im Magen-Darm-Trakt metabolisiert

<sup>f</sup> Ballaststoffe gesamt: diese Stoffe werden vom Menschen nicht verstoffwechselt und wieder ausgeschieden;

grün: pflanzliche Lebensmittel mit höherem Gesamtballaststoffgehalt (> 4 %)



Die stark wasserhaltigen Produkte (Tab. 2) haben einen geringen Proteingehalt (meist < 2 %). Der Fettgehalt liegt immer unter 3 %, selbst bei getrockneten Lebensmitteln. Der verfügbare, d. h. in Energie umsetzbare Kohlehydratgehalt liegt fast immer über 2 %, bei getrockneten Produkten über 20 %. Ein Ballaststoffanteil ist zwar immer vorhanden, schwankt aber von < 1 % bis > 15 %. Der Asche-, d. h. Salzgehalt liegt in der Regel tiefer als bei Fleisch mit 1,1 bis 1,3 %. Nur getrocknete Produkte liegen höher.

Damit lässt sich als Fazit ziehen: Mit Obst und Gemüse werden weder Fett, noch Eiweiß oder Salz in die Produkte gebracht. Der Kohlehydratanteil und der Ballaststoffanteil werden erhöht. Der Kohlehydratanteil bei üblichen 20 % Zusatz würde sich um 0,4 bis 4 % erhöhen. Dies ist für die zukünftigen wichtigen Nährwertprofile und nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben von Bedeutung.

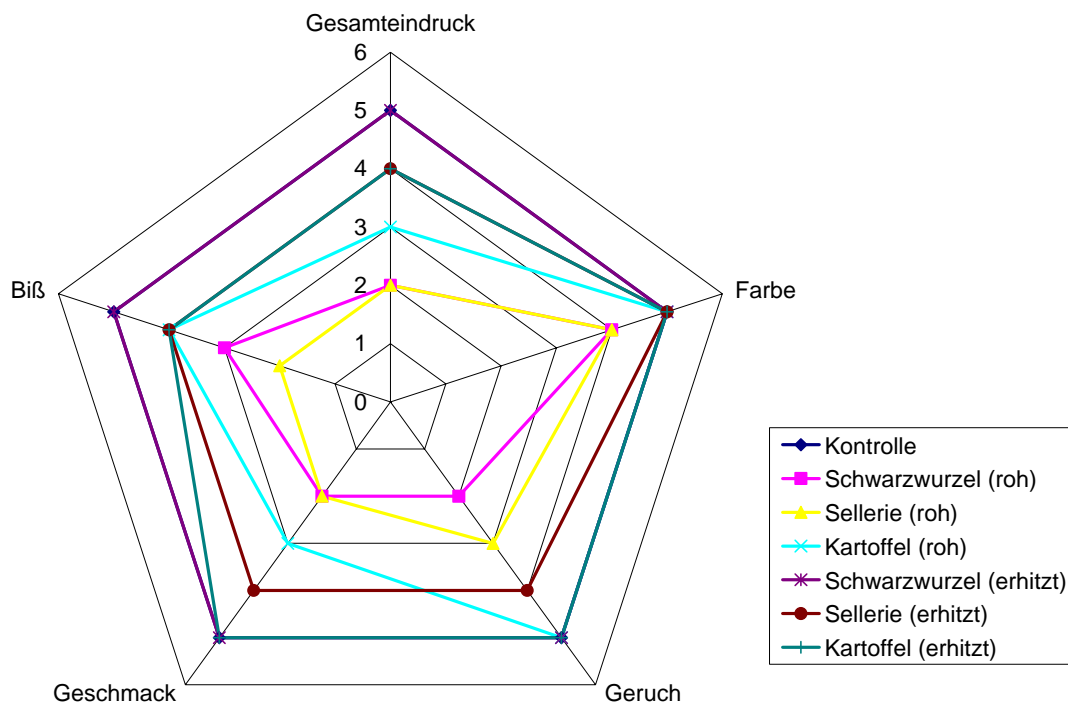


Abb. 1: Sensorikprofil von Brühwürsten mit verschiedenen pflanzlichen Zusätzen (roh und erhitzt) von je 20 % nach dem 6-Punkte-Schema (6: ausgezeichnet, 1: mangelhaft; die Kontrolle wurde durchgehend mit 5 bewertet)

## **4.2. Bewertung der verschiedenen pflanzlichen Zutaten**

Die oben aufgeführten Gemüse- bzw. Obstsorten wurden in vielen Versuchsreihen bzw. Chargen getestet. Sie wurden in unterschiedlicher Menge und zum Teil auch in verschiedenen Kombinationen bzw. Varianten ins Brät eingearbeitet. Nach sensorischen und technologischen Gesichtspunkten ergaben sich die folgenden Ergebnisse.

Rohe Gemüse sind generell ungeeignet, was aus Abb. 1 deutlich hervorgeht. Die getesteten Obstsorten (Apfel, Banane, Orange) sind ebenfalls generell untauglich (nicht gezeigt). Leguminosen wie Bohne, Erbse und Linse sind auch gekocht unbrauchbar, da der Eigengeschmack besonders hervortritt. Zudem ist der Biss stumpf. Dagegen sind die Gemüsearten Kartoffel, Schwarzwurzel, Sellerie und Tobinambur im erhitzten Zustand gut geeignet. Auch Weißkraut ist möglich, allerdings ist hier die arteigene krautige, etwas herbe Komponente nicht für jedermann akzeptabel (Abb. 2). Tobinambur wurde aus Kostengründen nicht weiter verfolgt. Die ebenfalls erhitzt verwendeten Gemüsearten Kohlrabi, Karotte, Kohlrübe und Blumenkohl sind weniger geeignet. Alle Kohlarten haben einen relativ intensiven Eigengeschmack, Karotten geben der Wurst einen süßlichen Geschmackseindruck und verleihen zudem einen orangen Farbeinschlag. Für den erhitzten Einsatz hat sich als günstig erwiesen das Gemüse 20 min im Dampfkochschrank zu garen. Anschließend wurde es (gegebenenfalls nach dem Schälen) im Kutter zerkleinert, portionsweise vakuumverpackt und tiefgefroren. Bei der Brätherstellung wird das gefrorene Gemüse wie das gekühlte Fleisch, das Salz sowie das Phosphat während der ersten drei Kutterschüsselumdrehungen zugegeben. Nachdem folgt das Eis.

Die hier beschriebenen Versuchschargen zeigten generell ein gutes Bindungsvermögen, mit Ausnahme der Brühwürste mit Obst. Die gewählten Gemüsemengen wie auch die Vorgehensweise bei deren Verarbeitung führten hinsichtlich der Bindung nicht zu Schwierigkeiten. Ein Gelee- oder Fettabsatz wurde nicht festgestellt. Auch zeigten sie ein einwandfreies Aussehen sowie keine Hohlstellen, braune Verfärbungen bzw. Vergrauungen.

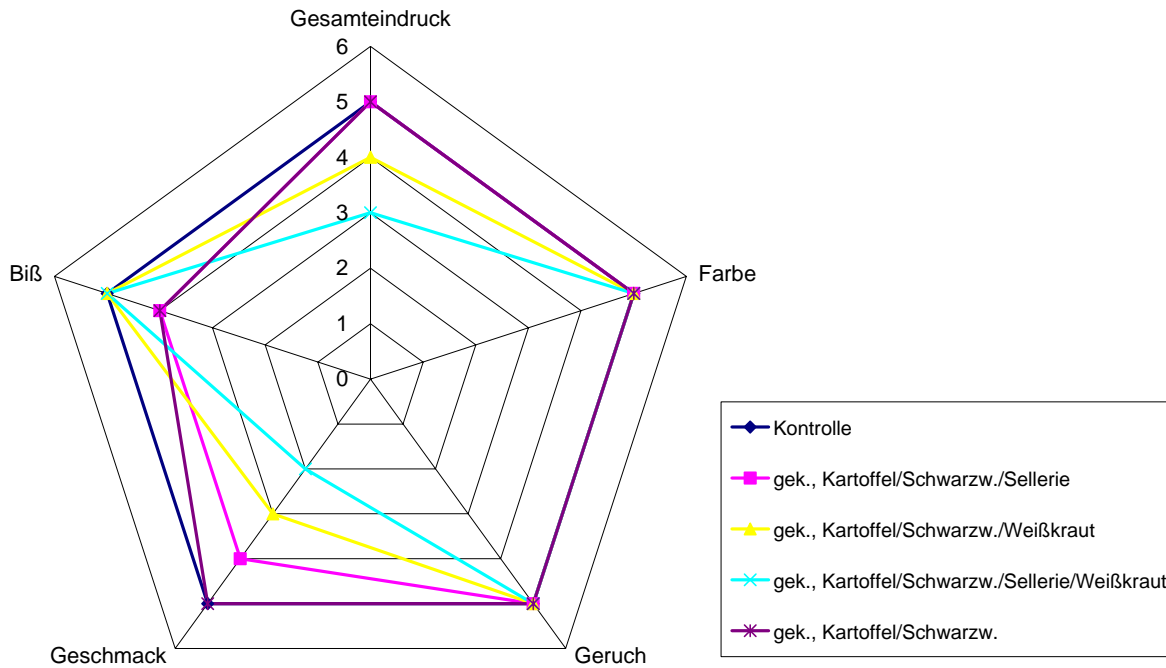


Abb. 2: Sensorikprofil von Brühwürsten mit unterschiedenen Mischungen pflanzlicher, erhitzter Zusätze nach dem 6-Punkte-Schema (6: ausgezeichnet, 1: mangelhaft; die Kontrolle wurde durchgehend mit 5 bewertet)

Im Einzelnen kann insbesondere bei Schwarzwurzel ein zu hoher Anteil zu als zu süß empfundenen Brühwürsten führen. Dies gilt auch bei Schwarzwurzel als Konserven, jedoch etwas abgeschwächt. Ein Zusatz von Kartoffel benötigt über die oben beschriebene Korrektur der Schüttung noch zusätzlich Eis, da die Würste sonst zu fest erscheinen.

Die Gemüseart Kartoffel ist generell geeignet, aber mehligere Sorten können in der Wurst zu einem erdigen/muffigen/mehligem Geschmackseindruck führen. Bei festkochenden Sorten ist das nicht der Fall, doch auch hier wurden bei manchen Chargen bzw. Sorten störende sensorische Noten festgestellt. Aus diesem Grund wurde die Verwendung von nativen Kartoffeln vernachlässigt zugunsten von spezifiziertem Kartoffelpulver (Kartoffelgranulat bzw. -flocken). Mit diesen konnten nun wiederholbare, positive Ergebnisse erzielt werden.

Dazu wird das Pulver in einer bestimmten Menge heißem Wasser gequollen, nämlich in der vorgesehenen Menge an Schüttung aus der Rezeptur. Nach dem Abkühlen wird das Ganze tief gefroren und als solches später bei der Brätherstellung in den Kutter gegeben. Das geschieht nach der Zugabe des gekühlten Fleisches, gegebenenfalls des gefrorenen Gemüses, des Salzes und des Phosphats anstelle des Eises. Damit ist eine ausreichende Kühlwirkung beim Kuttern gewährleistet, obwohl z.T. deutlich weniger Schüttung (Eis) verwendet wird als bei der Kontrolle.

Gemüsemischungen sind generell möglich, als gut geeignet hat sich z. B. Kartoffel/Schwarzwurzel oder Kartoffel/Schwarzwurzel/Sellerie erwiesen (s. Spalte Sensorik in Tab. 3 sowie Abb. 2). In Tabelle 3 wurden jeweils nur die sensorisch und technologisch ansprechenden Chargen der verschiedenen Versuche aufgenommen. Dabei können die Verhältnisse zwischen den einzelnen pflanzlichen Zutaten (bzw. diese selbst) deutlich variieren.

Es hat sich gezeigt, dass sowohl umgerötete als auch nicht umgerötete Brühwürste möglich sind, wobei hinsichtlich Geschmack und Gesamteindruck Lyoner häufig etwas schlechter als Gelbwurst bewertet wurde (Abb. 3). Hinsichtlich des Bisses der Lyoner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, diese Wurst nur mit Schweinefleisch herzustellen. Die Zugabe von Phosphat wurde etwas reduziert, so dass der stumpfe Eindruck – der durch Gemüsezugabe verstärkt wird – merklich vermindert werden konnte. Die Dosierung des Gewürzes wurde generell bei Gelbwurst und Lyoner von 0,37 auf 0,4 % erhöht, dadurch wurde der typische Geschmack der jeweiligen Wurst gegenüber dem Gemüseeindruck etwas stärker in den Vordergrund gestellt und führte zu einem runderem Gesamtempfinden. Das Salz bzw. Nitritpökelsalz wird bei den Gemüsewürsten (Gelbwurst und Lyoner) von 1,6 (bei der Kontrolle) auf 1,4 % reduziert.

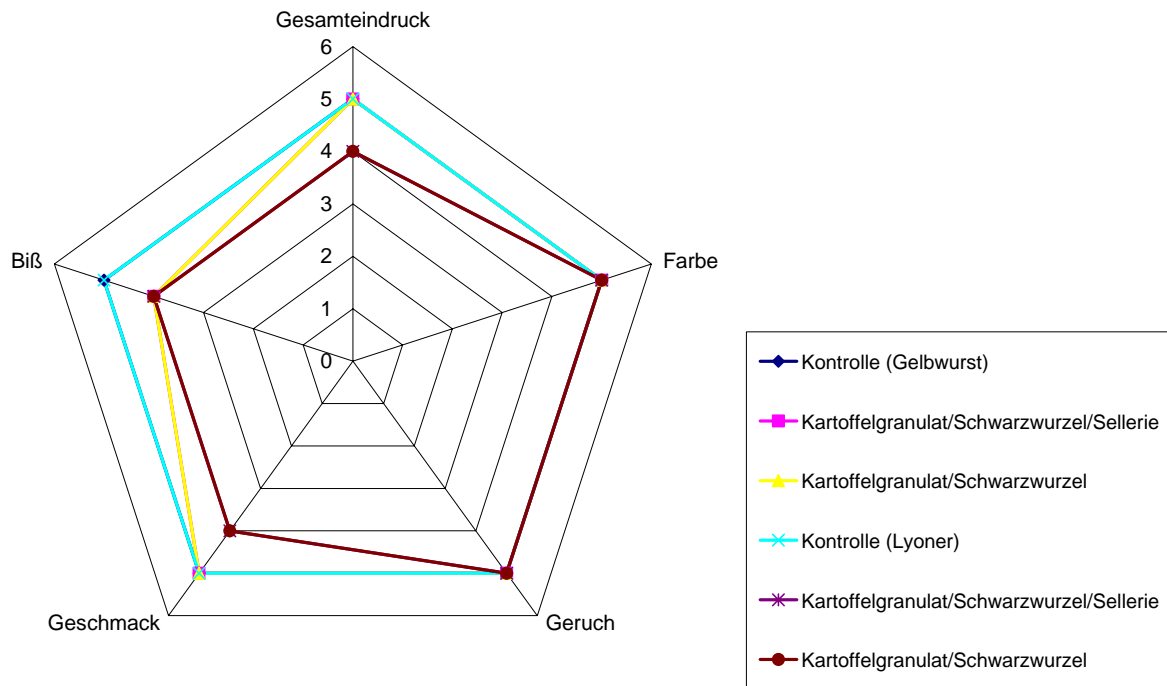


Abb. 3: Sensorikprofil von umgeröteten und nicht umgeröteten Brühwürsten mit unterschiedenen Mischungen pflanzlicher, erhitzter Zusätze nach dem 6-Punkte-Schema (6: ausgezeichnet, 1: mangelhaft; die Kontrolle wurde durchgehend mit 5 bewertet)

Tab. 3: Hauptinhaltsstoffe und Sensorik verschiedener Gemüswürste sowie deren erzielte Fettreduktion gegenüber der Kontrolle

Versuch <sup>a</sup> (GW/LY)	Charge	Zugabe der (erhitzten) Gemüseart(en) <sup>b</sup>	Gemüseanteil [%] <sup>c</sup>	Wasser [%]	Fett [%]	Eiweiß [%]	Fettreduktion [%] <sup>d</sup>	Sensorik <sup>e</sup> [Gesamteindruck]
<b>1 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	61,7	24	n. b.	-	5
<b>1 (GW)</b>	9	Schwarzwurzel	20	62,8	19,6	n. b.	18,3	5
<b>1 (GW)</b>	10	Sellerie	20	65,7	18,6	n. b.	22,5	4
<b>1 (GW)</b>	11	Kartoffel	20	63,1	18,6	n. b.	22,5	4
<b>2 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	66,0	19,6	11,5	-	5
<b>2 (GW)</b>	5	Tobinambur	20	65,7	16,8	11,5	14,3	5
<b>2 (GW)</b>	6	Weißkraut	20	65,9	18,5	11,6	5,6	5
<b>2 (GW)</b>	8	Schwarzwurzel + Kartoffel	je 15	65,2	15,1	12,0	23,0	4
<b>2 (GW)</b>	9	Schwarzwurzel + Sellerie	je 15	65,4	16,5	12,1	15,8	4
<b>2 (GW)</b>	11	Schwarzwurzel	30	63,9	15,5	12,2	20,9	4
<b>2 (GW)</b>	13	Kartoffel	30	66,2	15,2	11,8	22,4	5
<b>2 (GW)</b>	16	Kartoffel	30	71,7	9,7	11,3	50,5	4
<b>3 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	64,5	21,4	11,3	-	5
<b>3 (GW)</b>	7	Schwarzwurzel + Kartoffel + Weißkraut	je 10	68,3	13,9	11,5	35,0	4
<b>3 (GW)</b>	8	Schwarzwurzel + Kartoffel + Sellerie	je 10	68,0	14,6	11,5	31,8	5
<b>3 (GW)</b>	9	Schwarzwurzel + Sellerie + Weißkraut	je 10	68,9	14,2	11,1	33,6	4
<b>3 (GW)</b>	11	Schwarzwurzel	30	65,5	15,0	11,6	29,9	4
<b>3 (GW)</b>	12	Schwarzwurzel (Konserve)	30	69,9	14,3	11,0	33,2	4
<b>5 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	66,8	18,9	11,3	-	5
<b>5 (GW)</b>	2	Kartoffel + Schwarzwurzel + Sellerie	20 + 10 + 5	68,4	12,4	11,6	34,4	5
<b>5 (GW)</b>	3	Kartoffel + Schwarzwurzel + Weißkraut	20 + 10 + 5	68,7	12,3	11,7	34,9	4
<b>5 (GW)</b>	5	Kartoffel + Schwarzwurzel	20 + 10	66,4	14,4	11,8	23,8	5
<b>5 (GW)</b>	9	Kartoffel + Schwarzwurzel	20 + 10	73,8	7,4	11,7	60,8	5
<b>5 (GW)</b>	12	Kartoffel + Schwarzwurzel + Sellerie	15 + 7,5 + 7,5	66,9	14,0	12,0	25,9	4
<b>8 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	63,6	23,2	10,7	-	5
<b>8 (GW)</b>	4	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	20 + 10 + 5	66,3	15,1	11	34,9	4

Tab. 3 (Fortsetzung): Hauptinhaltsstoffe und Sensorik verschiedener Gemüswürste sowie deren erzielte Fettreduktion gegenüber der Kontrolle

Versuch <sup>a</sup> (GW/LY)	Charge	Zugabe der (erhitzten) Gemüseart(en) <sup>b</sup>	Gemüseanteil [%] <sup>c</sup>	Wasser [%]	Fett [%]	Eiweiß [%]	Fettreduktion [%] <sup>d</sup>	Sensorik <sup>e</sup> [Gesamteindruck]
<b>9 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	63,8	18,3	11,3	-	5
<b>9 (GW)</b>	2	Kartoffel(pulver)	28	73,0	7,9	10,7	56,8	4
<b>9 (GW)</b>	4	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	20 + 10 + 5	64,8	15,9	11,2	13,1	5
<b>9 (GW)</b>	5	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel	20 + 10	64,7	16,4	11,1	10,4	5
<b>9 (LY)</b>	6	ohne (Kontrolle)	-	63,9	21,5	11,3	-	5
<b>9 (LY)</b>	7	Kartoffel(pulver)	28	73,0	7,2	11,4	66,5	4
<b>9 (LY)</b>	9	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	20 + 10 + 5	64,4	15,2	11,7	29,3	4
<b>9 (LY)</b>	10	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel	20 + 10	64,7	16	11,4	25,6	4
<b>10 (GW)</b>	1	ohne (Kontrolle)	-	66,6	18,6	12,1	-	5
<b>10 (GW)</b>	2	Kartoffel(pulver)	20	72,3	10,1	11,4	45,7	4
<b>10 (GW)</b>	3	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	12 + 10 + 5	66,7	15,3	12,1	17,7	4
<b>10 (GW)</b>	4	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	16 + 10 + 2,5	67,7	14,4	11,8	22,6	5
<b>10 (GW)</b>	5	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel	20 + 10	68,0	13,2	11,9	29,0	4
<b>10 (LY)</b>	7	ohne (Kontrolle)	-	66,7	18,2	12,0	-	4
<b>10 (LY)</b>	8	Kartoffel(pulver)	20	72,0	10,6	11,5	41,8	4
<b>10 (LY)</b>	9	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	12 + 10 + 5	66,6	15,7	11,9	13,7	5
<b>10 (LY)</b>	10	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	16 + 10 + 2,5	67,1	14,9	11,8	18,1	4
<b>10 (LY)</b>	11	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel	20 + 10	68,4	13,0	11,6	28,6	4
<b>10 (LY)</b>	12	Kartoffel(pulver) + Schwarzwurzel + Sellerie	18 + 15 + 5	66,9	13,8	12,0	24,2	4

<sup>a</sup> GW: Gelbwurst; LY: Lyoner

<sup>b</sup> Kartoffelpulver: Zugabe erfolgt unerhitzt

<sup>c</sup> Kartoffelpulver: Prozentangaben wurden auf entsprechenden Anteil an Kartoffeln berechnet

<sup>d</sup> rot: Werte für Fettreduktion > 20 %

<sup>e</sup> Sensorik: Bewertung erfolgt nach der einfach bewertenden Prüfung auf der Grundlage des DLG-Prüfschemas (beste Bewertung: 6, schlechteste:1);

blau: Produktbewertung mit „5“

n. b.: nicht bestimmt

### 4.3. Beliebtheitstest von Gemüsewürsten

Anhand eines Beliebtheitstests mit 54 Teilnehmern wurden die sensorischen Eigenschaften einer Gemüsegelbwurst und einer Gemüselyoner getestet, jeweils im Vergleich zur entsprechenden Kontrolle. Die Abweichungen der Rezepturen der Gemüsewürste von der der Kontrolle (Tab. 1) sind in Tab. 4 dargestellt. Die Parameter Aroma/Geschmack, Konsistenz/Biss und Gesamteindruck wurden je mittels 6-Punkte-Schema bewertet (6: ausgezeichnet, 1: mangelhaft). Die Gemüsewürste wurden im Durchschnitt jeweils nur geringfügig schlechter als die Kontrolle beurteilt, hinsichtlich des Gesamteindrucks erhielten alle vier Würste (noch) eine 4, was „gut“ entspricht (Tab. 5). Die Differenz entsprechender Mittelwerte zwischen Gemüsewurst und Kontrolle betrug maximal 0,57 und minimal 0,04. Die Wertestreuung war bei den Gemüsewürsten bei allen bewerteten Parametern stets etwas größer als bei der Kontrolle (Tab. 5). Die Abbildungen 4 und 5 zeigen beispielhaft die Verteilungen der Einzelbewertungen beim Parameter Konsistenz/Biss (Lyoner; Abb. 4) und Aroma/Geschmack (Gelbwurst; Abb. 5). Hier ist deutlich zu erkennen, dass die Verteilungen der jeweiligen Kontrollen wesentlich deutlicher der Gauß'schen Normalverteilung folgen. Die Gemüsewürste hingegen zeigen bei den extremeren Bewertungen in Richtung „ausgezeichnet“ sowie „mangelhaft“ (5 und 6 sowie 1 und 2) meist größere Nennungshäufigkeiten. Das bedeutet, dass die neuartigen und damit ungewohnten Gemüsewürste bei jeweils mehr Verbrauchern positiver aber auch negativer gesehen werden. Sie dürften also auch hinsichtlich ihrer sensorischen Eigenschaften durchaus Marktchancen besitzen.

Tab. 4: Rezepturen der mittels Beliebtheitstest bewerteten Gemüsewürste  
(angegeben sind nur Abweichungen von der Kontrolle aus Tab. 1)

	Gemüsegelbwurst	Gemüselyoner
Rückenspeck [kg]	0,8	0,6
Eis [kg]	0,9	1,7
Kartoffelpulver [kg]	0,2	0,25
Schwarzwurzel [kg]	0,5	-
Sellerie [kg]	0,13	-
Gesamtbrät [kg]	5,111	5,111



Tab. 5: Sensorische Bewertung der Gemüsegewürste und Kontrollen mittels Beliebtheitstest (54 Teilnehmer)

Mittelwert/Standardabweichung	Gemüsegelbwurst	Gelbwurst Kontrolle	Gemüselyoner	Lyoner Kontrolle
Aroma und Geschmack	3,4/1,15	4,0/0,79	3,4/0,97	3,8/0,93
Konsistenz und Biss	3,8/0,99	3,7/0,89	3,9/1,06	4,0/0,72
Gesamteindruck	3,6/1,00	3,9/0,78	3,5/0,92	3,8/0,78

Eine Bewertung von z. B. 6 bedeutet eine „ausgezeichnete“ Eignung, eine Bewertung von 1 entspricht einer „mangelhaften“ Eignung des jeweiligen Parameters

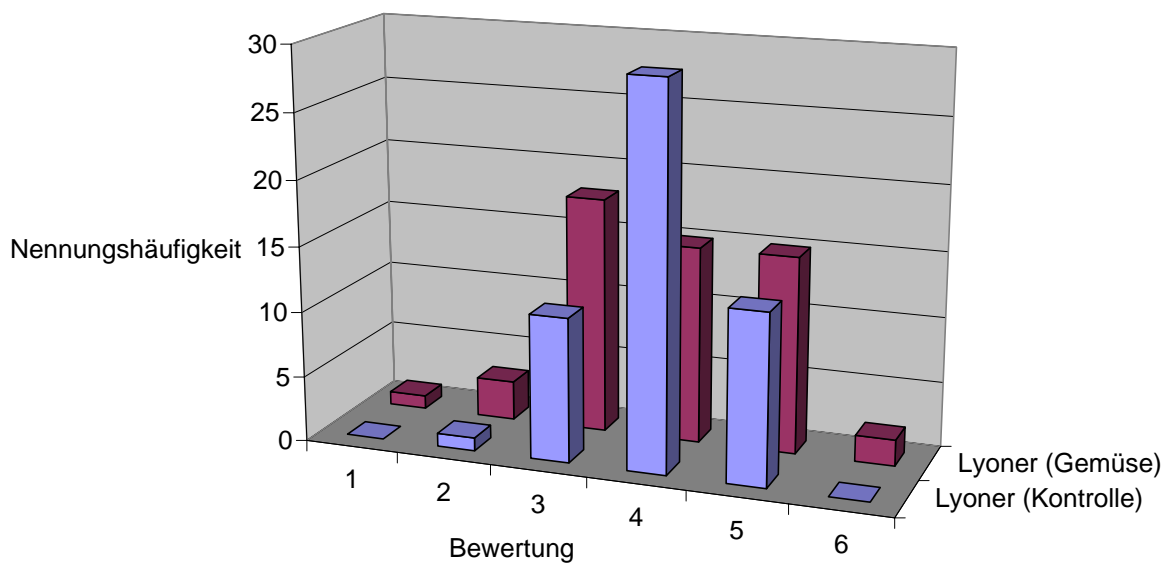


Abb. 4: Bewertungsverteilung des Parameters Konsistenz/Biss beim Beliebtheitstest Lyoner (Gemüselyoner, Kontrolle) mit 54 Teilnehmern

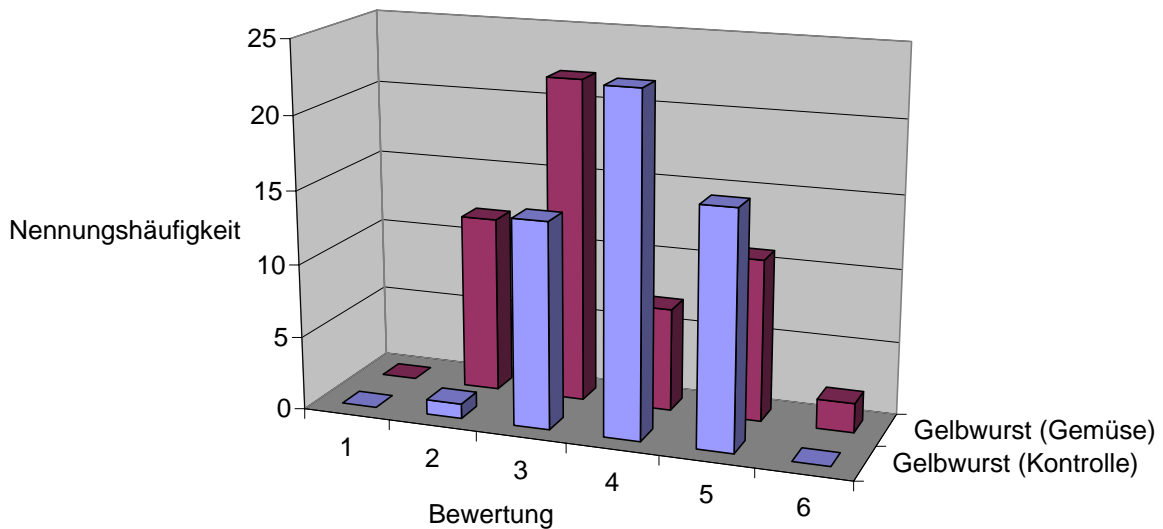


Abb. 5: Bewertungsverteilung des Parameters Aroma/Geschmack beim Beliebtheitstest Gelbwurst (Gemüsegelbwurst, Kontrolle) mit 54 Teilnehmern

#### 4.4. Lagerungsversuche von Gemüsewürsten

Es galt zu prüfen, ob und gegebenenfalls wie sich Gemüsewürste während einer üblichen Lagerung hinsichtlich ihrer Zusammensetzung verändern bzw. ob sie sich von herkömmlichen Brühwürsten diesbezüglich unterscheiden. Hierzu wurden zwei Lagerungsversuche über jeweils sechs Wochen mit je vier verschiedenen Gemüsewürsten (und einer Kontrolle) durchgeführt, der erste mit Gelbwürsten und der zweite mit Lyoner. Alle Würste wurden bei 2 °C im Kunstdarm gelagert und direkt nach Herstellung, sowie nach 2, 4 und 6 Wochen auf eine Reihe bestimmter Parameter hin untersucht. Die wenig veränderlichen Werte wie die Gehalte an Wasser, Fett, Eiweiß, Asche, unlöslichen Ballaststoffen, Inulin, Stärke, Natriumchlorid und Hydroxyprolin wurden dabei nur einmal analysiert und zwar direkt nach der Herstellung. Der Parameter Stärke wurde erst beim zweiten Lagerungsversuch untersucht (Lyoner). Die entsprechenden Werte sind in den Tab. 6 (Gelbwurst) und 8 (Lyoner) zu finden. Die möglicherweise veränderlichen Parameter wie pH-Wert, TBARS, Vitamin C, Vitamin E, Natriumnitrit, Kaliumnitrat sowie Festigkeit wurden viermal analysiert (s. o.), die diesbezüglichen Werte sind aus den Tab. 7 (Gelbwurst) und 9 (Lyoner) ersichtlich.

Tab. 6: Wenig veränderliche Bestandteile von Gelbwurst ohne und mit verschiedenen Gemüseanteilen

Charge	Zugabe Gemüseart	Gemüseanteil [%]	Wasser [%]	Fett [%]	Eiweiß [%]	Asche [%]	Inulin [%]	Ballaststoffe, unlösliche [%]	Natriumchlorid [%]	Hydroxyprolin [%]
1	ohne (Kontrolle)	-	63,6	23,2	10,7	2,5	0,01	0,14	1,62	0,17
2	Kartoffelgranulat	28	65,9	15,8	10,5	2,7	0,04	0,70	1,63	0,15
3	Kartoffelgranulat + Schwarzwurzel + Sellerie	10 + 10 + 10	65,1	17,9	10,9	2,8	0,33	0,82	1,73	0,15
4	Kartoffelgranulat + Schwarzwurzel + Sellerie	20 + 10 + 5	66,3	15,1	11,0	2,8	0,29	0,82	1,68	0,15
5	Kartoffelgranulat + Schwarzwurzel	20 + 10	69,7	13,9	10,1	2,6	0,28	0,62	1,52	0,15
maximale Gehaltsunterschiede zwischen den Chargen [%]			6,1	9,3	0,9	0,3	0,32	0,68	0,21	0,02

Tab. 7: Veränderliche Parameter von Gelbwurst ohne und mit verschiedenen Gemüsen während der Kühlung (6 Wochen, 2 °C)

Charge	Zugabe Gemüseart	Gemüseanteil [%]	Lagerungsdauer [d]	pH-Wert	TBARS [mg MDA/kg]	Vitamin C * [mg/100 g]	Vitamin E [mg/kg]	Kaliumnitrat [mg/kg]	Festigkeit [P1/P2]
1	ohne (Kontrolle)	-	0	6,08	0,037	30	5,9	8,7	18,7/26,9
			14	6,11	0,057	n. n.	5,9	4,1	25,2/26,3
			28	6,16	0,138	n. n.	n. b.	6,1	23,7/33,6
			42	6,08	0,135	12	5,7	9,7	22,5/30,6
2	Kartoffelgranulat	28	0	5,94	0,218	22	5,5	44,4	20,7/33,4
			14	6,08	0,072	6	4,3	45,1	20,7/33,4
			28	6,07	0,102	7	n. b.	46,6	23,3/39,2
			42	6,00	0,138	4	4,4	45,3	21,5/37,7
3	Kartoffelgranulat, Schwarzwurzel, Sellerie	10	0	5,88	0,130	22	6,3	187,7	14,0/27,8
		10	14	5,97	0,072	2	5,2	183,3	16,0/30,8
		10	28	6,03	0,111	8	n. b.	167,8	17,3/35,2
			42	5,93	0,153	3	5,5	174,2	14,5/27,8
4	Kartoffelgranulat, Schwarzwurzel, Sellerie	20	0	5,88	0,219	n. n.	5,9	128,6	16,4/32,1
		10	14	5,96	0,089	11	4,7	134,2	17,2/32,7
		5	28	5,99	0,121	3	n. b.	119,8	19,1/36,7
			42	5,93	0,163	n. n.	5,3	115,0	17,4/33,8
5	Kartoffelgranulat, Schwarzwurzel,	20	0	5,95	0,196	n. n.	5,9	36,4	15,3/27,9
		10	14	6,02	0,066	13	4,2	33,9	15,5/28,7
			28	6,07	0,105	15	n. b.	39,0	16,6/32,2
			42	5,99	0,163	n. n.	5,0	35,8	18,0/30,8

TBARS: Thiobarbitursäure-reaktive Substanzen

MDA: Malondialdehyd

P1: Bruchfestigkeit

P2: Härte

n. b.: nicht bestimmt

n. n.: nicht nachweisbar

\*: Methode wurde hinsichtlich Empfindlichkeit und Robustheit verbessert (s. Tab. 9)

Tab. 8: Wenig veränderliche Bestandteile von Lyoner ohne und mit verschiedenen Gemüseanteilen

Charge	Zugabe Gemüseart	Gemüseanteil [%]	Wasser [%]	Fett [%]	Eiweiß [%]	Asche [%]	Inulin [%]	Ballaststoffe, unlösliche [%]	Stärke [%]	Natriumchlorid [%]	Hydroxyprolin [%]
1	ohne (Kontrolle)	-	64,4	21,4	11,5	2,5	0,00	0,24	0,29	1,79	0,15
2	Kartoffelgranulat	20	70,2	12,1	11,3	2,4	0,03	0,49	3,19	1,60	0,11
3	Kartoffelgranulat + Schwarzwurzel + Sellerie	16 + 10 + 2,5	67,9	14,1	11,6	2,4	0,27	0,83	2,68	1,62	0,13
4	Kartoffelgranulat + Schwarzwurzel	20 + 10	68,5	12,9	11,5	2,5	0,25	1,09	3,16	1,64	0,07
5	Kartoffelflocken + Schwarzwurzel + Sellerie	16 + 10 + 2,5	67,9	14,1	11,4	2,4	0,26	0,65	2,71	1,61	0,12
maximale Gehaltsunterschiede zwischen den Chargen [%]			5,8	9,3	0,3	0,1	0,27	0,85	2,9	0,19	0,08

Tab. 9: Veränderliche Parameter von Lyoner ohne und mit verschiedenen Gemüsen während der Kühlung (6 Wochen, 2 °C)

Charge	Zugabe Gemüseart	Gemüseanteil [%]	Lagerungsdauer [d]	pH-Wert	TBARS [mg MDA/kg]	Vitamin C [mg/100 g]	Vitamin E [mg/kg]	Natriumnitrit [mg/kg]	Kaliumnitrat [mg/kg]	Festigkeit [P1/P2]
1	ohne (Kontrolle)	-	0	6,02	0,101	17	6,2	56,5	102,0	23,4/27,1
			11	6,01	0,096	11	5,3	47,8	88,5	26,8/29,7
			25	6,00	0,066	11	5,2	38,9	75,6	26,1/30,3
			46	6,07	0,068	12	5,2	29,3	61,3	31,7/33,8
2	Kartoffelgranulat	20	0	5,95	0,127	17	6,7	47,7	124,9	24,4/27,6
			11	5,96	0,108	12	4,2	39,8	129,7	25,4/28,6
			25	5,91	0,098	11	4,6	33,2	125,7	26,2/29,8
			46	5,92	0,092	11	4,9	24,1	108,0	28,3/33,2
3	Kartoffelgranulat, Schwarzwurzel, Sellerie	16 10 2,5	0	5,92	0,118	16	6,7	47,3	147,4	26,1/31,8
			11	5,91	0,109	11	5,6	38,5	163,6	28,0/32,1
			25	5,91	0,102	12	6,0	31,0	149,1	29,8/35,7
			46	5,94	0,094	12	4,5	21,6	137,8	33,3/36,2
4	Kartoffelgranulat, Schwarzwurzel	20 10	0	5,96	0,127	16	6,2	49,8	121,3	28,6/34,2
			11	6,01	0,115	10	6,1	42,0	150,0	30,6/35,4
			25	5,92	0,107	11	5,3	32,8	135,5	31,8/35,1
			46	5,92	0,104	10	3,1	23,6	117,1	34,1/36,8
5	Kartoffelflocken, Schwarzwurzel, Sellerie	20 10 2,5	0	5,91	0,135	17	6,8	49,6	121,1	24,4/31,3
			11	5,97	0,109	9	4,3	40,4	148,7	25,7/33,3
			25	5,93	0,096	10	5,4	32,5	131,7	29,0/33,7
			46	5,92	0,101	11	4,2	23,0	113,6	30,3/33,1

TBARS: Thiobarbitursäure-reaktive Substanzen

MDA: Malondialdehyd

P1: Bruchfestigkeit

P2: Härte

Die wenig veränderlichen Größen in den Tab. 6 (Gelbwurst) und 8 (Lyoner) weisen zwischen den verschiedenen Chargen zum Teil erwartungsgemäß keine wesentlichen Unterschiede auf (Eiweiß, Asche, Hydroxyprolin). Bei den Parametern Wasser, Fett, unlösliche Ballaststoffe, Inulin, Stärke sind – ebenfalls durch die Rezeptur bedingt – Differenzen festzustellen. Der Ballaststoff- bzw. Stärkegehalt wie auch der Wasseranteil liegt bei den Gemüsewürsten höher, während die Fettwerte wie beabsichtigt niedriger sind.

Die während der sechswöchigen Lagerung mehrfach untersuchten empfindlicheren Parameter in den Tab. 7 (Gelbwurst) und 9 (Lyoner) verändern sich generell – wenn überhaupt – nur moderat. Die pH-Werte bleiben während der Lagerung innerhalb der einzelnen Chargen nahezu konstant, die Gemüsewürste zeigen generell einen etwas niedrigeren pH-Wert. Die TBARS-Gehalte können durchweg als niedrig bezeichnet werden, während der Lagerung sind keine erheblichen Veränderungen festzustellen. Hier weisen die Kontrollen stets etwas niedrigere Werte auf als die Gemüsewürste. Hinsichtlich der Konzentrationen an Vitamin C und E unterscheiden sich die Kontrollen nicht von den Gemüsewürsten, während der Lagerung nehmen die Werte ab. Bei Natriumnitrit nehmen die Gehalte während der Lagerung ebenfalls durchweg etwas ab. Die Kontrolle der Lyoner zeigt (rezepturbedingt) etwas höhere Werte als die Gemüsewürste. Bei Gelbwurst wurde nicht auf Natriumnitrit untersucht. Die größten Unterschiede aller der in den Tab. 7 und 9 beschriebenen Parameter sind bei Kaliumnitrat festzustellen, denn die Kontrollen besitzen stets niedrigere Gehalte als die Gemüsewürste. Während der Lagerung ist häufig eine leichte Abnahme zu verzeichnen. Hinsichtlich der Bruchfestigkeit und Härte ist bei allen Chargen eine stetige Zunahme zu verzeichnen, zwischen den Kontrollen und den Gemüsewürsten sind keine wesentlichen Unterschiede erkennbar. Zusammenfassend ist festzustellen, dass zwischen Gemüsewürsten und Kontrollen hinsichtlich der hier untersuchten Parameter (vgl. Tab. 6 bis 9) keine wesentlichen Unterschiede bestehen, was auch für etwaige Veränderungen während der Kühllagerung gilt. Ausgenommen davon sind lediglich die Gehalte an Kaliumnitrat.

## 5. Schlussfolgerungen

Aus einer Vielzahl möglicher Gemüsearten konnten insbesondere mit Kartoffel, Schwarzwurzel und Sellerie bestimmte ausgewählt werden, die sich einerseits ohne technologische Schwierigkeiten in Brühwurst einarbeiten ließen. Andererseits ergaben diese Arten auch sensorisch zusammen mit dem Charakter der Wurst ein rundes Gesamtempfinden, das sich natürlich etwas von dem der normalen Wurst unterschied. Das wurde auch in einem Beliebtheitstest ersichtlich. Durch die Einarbeitung von Gemüse erhält die Wurst merklich höhere Mengen an Inulin, Gesamtballaststoffen, Stärke und Nitrat. Und vor allem enthält diese Wurst deutlich niedrigere Gehalte an Fett, es sind Fettreduktionen von ca. 30 % ohne weiteres zu erreichen, Fettverminderungen bis zu 60 % sind mit ansprechenden Würsten möglich. Damit konnte gezeigt werden, dass das erklärte Ziel voll erreicht wurde, nämlich tierisches Fett in Fleischerzeugnissen teilweise durch Gemüse oder Obst zu ersetzen. Das ursprünglich formulierte Ziel bis zu 20 % an tierischem Fett mit Gemüse auszutauschen wurde z. T. deutlich übertroffen. Während der sechswöchigen Lagerungszeit verhielten sich die Gemüsewürste nahezu identisch wie die normalen Brühwürste. Auf der Basis der ermittelten Ergebnisse ist es somit möglich verschiedenste ansprechende Fleischerzeugnisse herzustellen, deren Anteil an tierischem Fett durch das Einarbeiten von Gemüse deutlich unter den herkömmlichen Werten liegt.

## 6. Literatur

Danisco (2004): Pflanzliche Ballaststoffe in Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft* 84, 36

Franz, H.J. (2004): Entwicklung eines ernährungsphysiologisch hochwertigen Lebensmittels am Beispiel einer fettarmen Brühwurst mit Gemüsezusatz (Diplomarbeit TU München).

Honikel, K.O. (2004): Die Zusammensetzung deutscher Fleischerzeugnisse, Forschungsreport der Bundesforschungsanstalten des BMVEL, Heft 2, 2004, S. 32



Honikel, K.O. u. I. Seuß (1993): Fleisch und Fleischerzeugnisse in „Lebensmittelkunde und Lebensmittelqualität in der Ernährungsberatung (Hrsg.: H. Anemüller), Hippokrates Verlag, Stuttgart, S. 299

Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001): Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat science* 59, 5 – 13

Köppen, B. (2004): Ernährungsphysiologische und sensorische Optimierung eines fettarmen Lebensmittels (Diplomarbeit TU München).

Machei, J.J., Fleurieux, A., Billof, J. (1990): *Fruit Phenolics*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Ruthin, D.J., Sider, D., Meckling-Gill, K.A. (2001): Health benefits of dietary fat reduction by a novel fat replacer: Mimix. *International journal of food sciences and nutrition* 52, 61 – 69

Souci, Fachmann, Kraut (2000): *Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen*, bearbeitet von H. Scherz und F. Senger, med pharm, Stuttgart

Stöhr, H. und Hermann K. (1975): Die phenolischen Inhaltsstoffe des Obstes. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 159, 31

Stumpf, F.-J. (2001): Untersuchung zur technologischen Verarbeitbarkeit von  $\omega$ 3-Fettsäuren und Gemüse in Brühwurstbrät (Diplomarbeit TU München).