

## Strukturfehlern in Schweineschinken auf der Spur

M. Müller Richli<sup>1</sup>, G. Bee<sup>2</sup>, H. Stoffers<sup>2</sup> und M. Scheeder<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, 3052 Zollikofen, Schweiz

<sup>2</sup>Agroscope Liebefeld Posieux, Forschungsanstalt ALP, 1725 Posieux / 3003 Bern, Schweiz

<sup>3</sup>SUISAG, AG für Dienstleistungen in der Schweineproduktion, 6204 Sempach, Schweiz

Kontakt: Martin Scheeder, [msc@suisag.ch](mailto:msc@suisag.ch)

### Geschichte der Strukturfehler im Schweineschinken

Mitte der 1990er Jahren informierten die zwei grössten Fleischverarbeiter der Schweiz erstmals über Probleme bei der Herstellung von Kochpökelfleisch: Demnach kam es beim maschinellen Schneiden von Kochpökelfleisch, insbesondere aus Stotzenmaterial, in unregelmässigen Perioden zu Produktionsausschüssen. Ausserdem fiel in der rohen Muskulatur nach der Zerlegung eine abgegrenzte Aufhellung auf (Schwörer et al., 1996). Ein Gutachten des Instituts für Pathologie des Tierspitals Bern kam zum Schluss, dass es sich bei den beschriebenen Muskelveränderungen mit grosser Wahrscheinlichkeit um postmortale Prozesse handelt. Als Ursache kämen wohl am ehesten physikalisch-chemische Einflüsse in Frage. PSE sei als Ursache des beschriebenen Fleischqualitätsmangels wenig wahrscheinlich (Häni, 1994). Ein weiteres Gutachten vom Forschungsinstitut Dummerstorf erklärte hingegen, dass die geschädigten Areale im Fleisch nicht durch physikalische Einflüsse entstanden seien. Das Bild entspräche einer „hyalinen Muskeldegeneration“. Für die hyaline Muskeldegeneration ist eine drastische Auslenkung des Energiestoffwechsels in Richtung anaerobe Glykolyse charakteristisch. Durch erhöhte Laktatbildung kommt es zu einer Azidose und zur Zerstörung empfindlicher Faserstrukturen (Fiedler, 1994).

Schwörer et al. (1999) wiesen darauf hin, dass sowohl tierindividuelle Einflüsse wie auch die Verarbeitungstechnologie eine Rolle bei den Strukturfehlern in Kochschinken spielen (Schwörer et al., 1999). Eine Untersuchung im Jahr 2007 in sieben Schweizer Betrieben zeigte, dass diese Strukturfehler in ca. 8 % der Kochschinkenscheiben auftraten und bis zu einem Drittel der Verluste bei der Kochschinkenproduktion verursachten (Hugenschmidt et al., 2007). Eine Umfrage aus dem Jahr 2006 (Hugenschmidt, 2009) bei insgesamt 10 Betrieben ergab, dass die Verluste aufgrund von Destrukturierungen zwischen 5 bis 10 %, chargenweise sogar bis zu 50 %, betragen.

Im September 2009 erteilte die Kommission der Proviande „Märkte und Handelsusancen“ einer Arbeitsgruppe den Auftrag, den Ursachen dieses Problems genauer auf den Grund zu gehen. Das

daraus initiierte Forschungsprojekt wird von der SHL geleitet und von ALP, Suisseporcs, Suisag, dem Handel, den Verarbeitern und der Branchemorganisation Proviande unterstützt.

## **Material und Methoden**

Im Rahmen des Projektes wurden Versuche mit Mastschweinen unterschiedlicher Herkunft durchgeführt, die je nach Versuchsfrage an unterschiedlichen Schlachtstätten geschlachtet wurden. Zum Teil wurde aus dem Fleisch der Tiere Kochschinken hergestellt. Die Beurteilung der Destrukturierungen sowie pH-, Temperatur- und Farbmessung erfolgten in allen Versuchen nach den untenstehenden Methoden.

pH- und Temperaturmessungen: 45 min., 3 h und 24 h nach der Betäubung wurden 4 bis 6 cm oberhalb des Schlossknochens im *SM* in einer Tiefe von 6 cm der pH und in einer Tiefe von 8 cm die Temperatur gemessen (pH-Meter 1140, Mettler Toledo, Greifensee).

Farbmessungen: Nach der Zerlegung, 24 Stunden postmortem (*p.m.*), wurde nach einem „Blooming“ von ca. 40 min. mit einem Spektralphotometer (CM-2500d, Konica Minolta Sensing Europe B.V., Swiss Branch Dietikon; D65, 10° Beobachter) im Eckstück an der Knochenseite des *SM*, im Zentrum des Schinkens, die Farbe gemessen. Analysiert wurde vor allem der L\*-Wert (Helligkeit, Struktur).

Leitfähigkeit (LF): Die Leitfähigkeit wurde mit dem LF-Star CPU (Ingenieurbüro R. Matthäus, Klaus, De) 24 h *p.m.* 4 bis 6 cm oberhalb des Schlossknochens in einer Tiefe von 4 cm gemessen. Die Masseinheit für die Leitfähigkeit ist mS/cm (Milli-Siemens pro cm).

Aufhängung: Nach der Betäubung wurde darauf geachtet, dass abwechselnd ein Tier am rechten Hinterbein und ein Tier am linken Hinterbein aufgehängt wurden, damit der Einfluss der Aufhängung gleichmässig auf die Behandlungen verteilt wurde.

Die Statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm NCSS 2007 (NCSS, LLC, Kaysville, Utah) und/oder Microsoft Excel.

In dieser Arbeit werden die Strukturfehler als „Destrukturierungen“ bezeichnet. Dabei ist zwischen „destrukturierten Zonen“ in geschnittenen Scheiben von Kochschinken und „destrukturierten Zonen“ im rohen Schweinefleisch, genauer gesagt im Eckstück, zu unterscheiden. Das Eckstück besteht aus den Muskeln *Adductor & Semimembranosus (SM)*. Beurteilt wird der *SM* (Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Beschreibung der Destrukturierungen im Rohmaterial und im Kochschinken

<b>Destrukturierung</b>	
<b>Rohmaterial</b>	<b>Kochschinken</b>
<p>Die betroffenen Zonen im rohen Fleisch sind aufgehellte, weisen eine weiche Struktur auf und sehen aus wie bereits gekocht. Sie sind lokal begrenzt und werden oft auch als „PSE-artige Zonen“ bezeichnet.</p> <p><u>Die visuelle Beurteilung des Rohmaterials (SM) erfolgte anhand von vier Struktur-Kategorien an der gleichen Stelle wie die Farbmessung:</u></p> <p><b>1 keine Destrukturierung:</b> Keine Veränderungen sichtbar.</p> <p><b>1.5 leichte Destrukturierung:</b> Erste Veränderungen wie hellere Farbe und Risse im Muskel sind sichtbar. Diese Veränderung ist auf die Oberfläche des SM begrenzt.</p> <p><b>2 mittlere Destrukturierung:</b> Farbe und Struktur sind deutlich sichtbar verändert. Der Muskel sieht aus wie gekocht. Diese Veränderung zieht sich bis ca. 2 cm tief in den SM hinein.</p> <p><b>3 starke Destrukturierung:</b> Die Farbe ist sehr blass, hell rosa, Struktur ist kaum mehr vorhanden. Die Veränderungen gehen tief in den SM hinein.</p>	<p>Die betroffenen Stellen im gekochten Schinken sind oft aufgehellte und weisen keine eigentliche Muskelstruktur mehr auf. Die Stellen können trocken und bröselig oder aber feucht und breiig sein. Im Extremfall zerreißen diese Stellen und die betroffenen Scheiben sind nicht mehr verkäuflich.</p> <p><u>Die Beurteilung des Kochschinkens:</u> Am Förderband wurden die Scheiben pro Verkaufseinheit (ca. 5 bis 10 Scheiben) nach folgendem Schema visuell beurteilt:</p> <p><i>mittlere Destrukturierung:</i> Klar erkennbare rissige, oft sehr hell gefärbte Stellen. Die Scheibe ist aber noch inakt.</p> <p><i>starke Destrukturierung:</i> Klar erkennbare Löcher mit ausgefranzten Rändern.</p>

## **Einfluss der Herkunft, des Schlachthofes und der Verarbeitungstechnik**

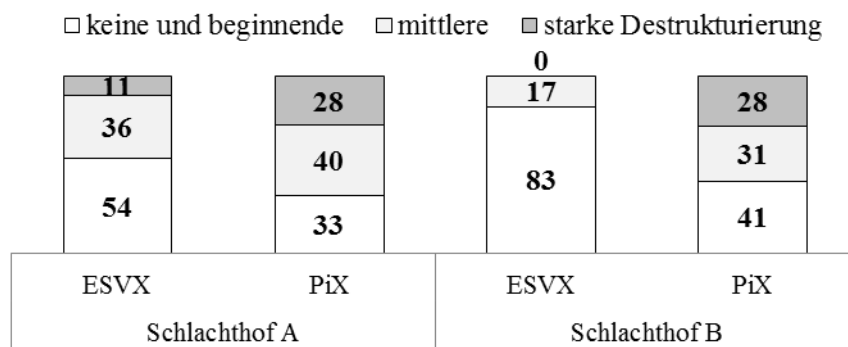
Versuchsablauf: 100 Schweine der Rassenkombination Edelschwein-Vaterlinie x F1 (Landrasse x Edelschwein) (ESVX) und 130 der Rassenkombination Piétrain x F1 (PiX) wurden im Schlachthof A geschlachtet. In einem Wiederholungsversuch wurde eine vergleichbare Anzahl Schweine derselben Herkünfte im Schlachthof B geschlachtet. pH und Temperatur wurden gemessen. Nach 24 h Kühlung wurden jeweils die linken und rechten Schlachthälften getrennt an die Verarbeitungsbetriebe (VB) 1 und 2 verteilt, sodass beide VB jeweils über Rohmaterial von exakt denselben Tieren verfügten. Nach der Zerlegung, 24 h *p.m.* wurde die Farbe gemessen und der *SM* nach Destrukturierungen beurteilt. Anschliessend wurde das Rohmaterial nach einem Standardverfahren der jeweiligen VB zu Kochschinken verarbeitet. 14 bis 15 Tage nach der Schlachtung wurden die Kochschinken geschnitten und verpackt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels GLM-Varianzanalyse. Für die Analyse im Rohmaterial wurden die Herkunft der Tiere, der Schlachthof und die Aufhängung als fixe Faktoren gesetzt. Für die Analyse im Kochschinken wurden die Herkunft, der Schlachthof und der VB als fixe Faktoren gesetzt.

Ergebnisse und Diskussion: Bei der Schlachtung im Schlachthof A zeigten die ESVX-Tiere weniger der schweren Destrukturierungen im Rohmaterial als die PiX (Abbildung 1). Im Schlachthof B waren bei den ESVX-Tieren keine, bei den PiX bei rund einem Viertel schwere Destrukturierungen zu entdecken. Die Varianzanalyse der Merkmale im Rohmaterial (nicht abgebildet) zeigte, dass die Herkunft einen signifikanten Einfluss auf sämtliche pH- und Farbwerte, nicht aber auf die Temperatur hatte. Der Schlachthof hatte signifikante Auswirkungen auf sämtliche gemessenen pH-Werte, den L\*-Wert und auf die Temperaturwerte. Die intensivere Kühlung der Schlachtkörper im Schlachthof B und/oder der tierfreundlichere Zutrieb der Tiere wirkten sich offenbar positiv auf das Rohmaterial aus. Der höhere Anteil an Destrukturierungen im Rohfleisch der PiX-Tiere äusserte sich nur im VB 1 in einem höheren Anteil an Destrukturierungen im gekochten Schinken. Insgesamt zeigte der VB 1 einen hohen Anteil an Kochschinkenscheiben mit starken Destrukturierungen. Im VB 2 waren nur wenig starke Destrukturierungen zu beobachten. Die GLM-Varianzanalyse der Kochschinkendaten (nicht abgebildet) zeigten, dass sowohl der Schlachthof wie auch die Verarbeitung einen signifikanten Einfluss auf den Anteil mittlerer und starker Destrukturierungen im Kochschinken hatten, wobei der Einfluss der Verarbeitung erheblich grösser war (über 80 %).

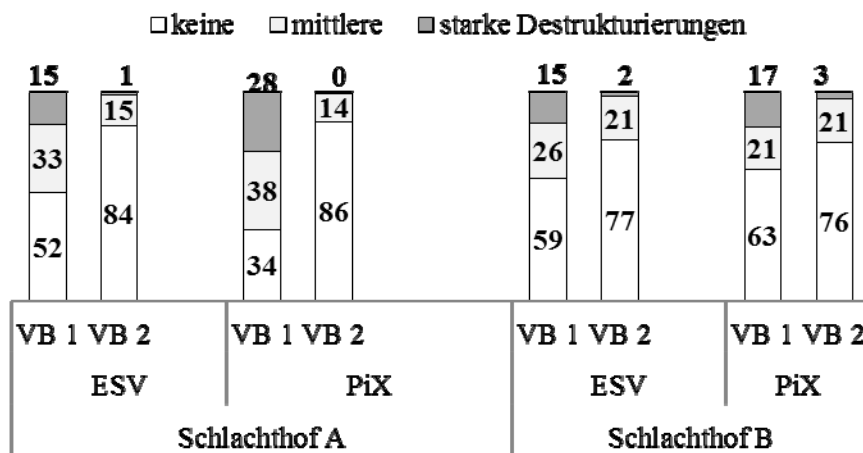
Die Herkunft zeigte bei den starken Destrukturierungen (Abbildung 1) einen signifikanten Einfluss, wobei eine deutliche Interaktion Herkunft x Verarbeitung ersichtlich war. Starke Destrukturierungen traten bei den Kochschinken produziert von Tieren der Rasse PiX im VB 1 stärker auf als im VB 2 [Interaktion Herkunft x Verarbeitung  $P < 0.05$ ; Abbildung 1b]. Dieser Unterschied

zwischen VB war bei den Tieren der Rasse ESV nicht ersichtlich. Die Interaktion Herkunft x Schlachthof ist für mittlere und starke Destrukturierungen im Kochschinken signifikant. Der prozentuale Anteil an mittleren und starken Destrukturierungen im Rohmaterial war bei Tieren der ESV im Schlachthof A deutlich höher als im Schlachthof B [Interaktion Herkunft x Schlachthof  $P < 0.05$ ; Abbildung 1a)]. Das weist darauf hin, dass die Schlachtung - betreffend Fleischqualität - einiges kompensieren bzw. akzentuieren kann (Müller Richli et al., 2010).

**a) Destrukturierungen im Rohmaterial**



**b) Destrukturierungen im Kochschinken**



**Abbildung 1:** Anteil und Grad der Destrukturierungen im Rohmaterial (a) und im Kochschinken (b) in Schweineschinken getrennt nach Herkunft der Tiere sowie Schlacht- und Verarbeitungsbetrieb

**Einfluss von Betäubungsmethode, Kühlung und Nüchterung**

Versuchsablauf: Im Frühling (Teil I) und Herbst 2010 (Teil II) wurden im Schlachthof der Forschungsanstalt ALP in Posieux 20 bzw. 24 PiX-Tiere geschlachtet. Je die Hälfte der Tiere wurde mit CO<sub>2</sub>, die andere mit der Elektrozange betäubt. Die rechten Schlachthälften wurden 45 min. nach der Betäubung während 105 min. bei -30 °C gekühlt (Intensivkühlung IK). Danach wurden sie für

die ca. nächsten 20 h bei 2 °C (konventionelle Kühlung KK) gekühlt. Als Kontrolle durchlief die linke Schlachthälfte von jedem Tier eine konventionelle Kühlung über 24 h. Im SM wurde wie oben beschrieben pH-Wert und Temperatur gemessen. 24 h *p.m.* wurden die Schlachthälften zerlegt. Die Eckstücke wurden nach manuellem Entvliesen visuell nach Destrukturierungen beurteilt. Anschliessend wurde die Farbe gemessen. Zusätzlich wurde pH und Temperatur im *M. Longissimus Dorsi* (LD) bei der 10. Rippe nach 45 min., 3 h und 24 h gemessen (pH196-S; WTW, Weilheim, De). 24 h *p.m.* wurden 1.5 cm dicke LD-Scheiben zwischen der 10. und 13. Rippe entnommen. Bei einer Scheibe wurde 10 min. nach der Entnahme die Farbe gemessen (D65 Lichtquelle, Chroma Meter CR-300 Minolta, Dietikon). Bei zwei anderen Scheiben wurde der Tropfsaftverlust nach 48 h bestimmt (Honikel, 1998). Zur Bestimmung der Tau- und Kochverluste wurden je zwei LD-Scheiben tiefgefroren gelagert und später aufgetaut. Anschliessend wurden beide auf einer vorgeheizten (190 bis 195 °C) Grillplatte (Beer Grill AG, Zürich) bis zu einer Kerntemperatur von 69 °C gegrillt. Später wurde die Scherkraft mit einem Stable Micro System TA.XT2 Texture Analyzer (Godalming, Surry, UK), ausgerüstet mit einer 2.5 mm-dicken Warner-Bratzler Scherklinge, gemessen. Die Eckstücke der Tiere wurden einzeln vakuum verpackt und markiert. Am ABZ Spiez wurde aus jedem einzelnen Eckstücken Kochschinken hergestellt. Zwei Wochen später wurden die Schinken in einem Industrie-betrieb geschnitten und beurteilt. Im Teil II kam zu der unterschiedlichen Betäubung und Kühlung noch eine differenzierte Nüchterung dazu. Je 6 Tiere wurden 24, 16, 8 oder 0 h genüchert.

Bei der GLM-Varianzanalyse im Teil I wurden die Betäubung, die Kühlung und die Aufhängung als fixe Faktoren gesetzt. Auch die Interaktion Kühlung x Betäubung kam ins Modell. Für die GLM-Varianzanalyse im Teil II wurden die Nüchterung, die Betäubung, die Kühlung, die Aufhängung und das Geschlecht als fixe Faktoren gesetzt. Die Interaktionen Nüchterung x Betäubung und Nüchterung x Kühlung kamen ebenfalls ins Modell. Der MFA und das Schlachtgewicht wurden als Kovariablen gesetzt.

Ergebnisse für Teil I und II: Aufhängung der Schlachtkörper (Teil I und II), Geschlecht (Teil II) und Nüchterung (Teil II) zeigten kaum einen Einfluss auf pH-Werte, Temperaturverlauf und Destrukturierungen im Rohmaterial sowie im Kochschinken.

Eine positive Wirkung der Nüchterung auf die Fleischqualität ist nach De Smet et.al. (1996) bei stressanfälligen Schweinen erheblich ausgeprägter als bei stressresistenten Schweinen. Vermutlich zeigte die Nüchterung in dieser Untersuchung keinen Effekt, da nur reinerbig stressstabile Schweizer Schweine eingesetzt wurden.

**Tabelle 2:** Einfluss von Betäubungsart und Schlachtkörperkühlung<sup>1</sup> auf diverse Qualitätsmerkmale in SM und LD

		CO <sub>2</sub> / -30 °C	CO <sub>2</sub> / + 2 °C	EL/ -30 °C	EL/+ 2 °C	Betäubung P-Wert	Kühlung P-Wert	Betäubung x Kühlung P-Wert	
<b>pH</b>	<b>45 min</b>	<b>SM</b>	6.46	6.51	6.11	6.12	< 0.001	0.653	0.798
	<b>3 h</b>		6.05	5.90	5.63	5.47	< 0.001	0.039	0.050
	<b>24 h</b>		5.43	5.41	5.37	5.37	0.014	0.532	0.699
	<b>45 min</b>	<b>LD</b>	6.56	6.47	5.99	6.05	<0.001	0.832	0.292
	<b>3 h</b>		6.48	6.11	5.65	5.59	<0.001	0.026	0.170
	<b>24 h</b>		5.57	5.44	5.45	5.40	0.004	0.002	0.208
<b>Temperatur</b>	<b>45 min</b>	<b>SM</b>	39.8	40.1	40.6	40.7	<0.001	0.125	0.681
	<b>3 h</b>		29.9	33.9	28.8	34.3	0.420	<0.001	0.157
	<b>24 h</b>		3.0	4.0	2.4	2.6	<0.001	0.002	0.056
	<b>45 min</b>	<b>LD</b>	38.2	38.3	39.1	38.5	0.003	0.225	0.064
	<b>3 h</b>		15.8	22.0	11.7	20.7	<0.001	<0.001	0.010
	<b>24 h</b>		1.8	1.9	1.6	1.4	<0.001	0.306	0.023
<b>Struktur<sup>2</sup></b>		<b>SM</b>	1.6	1.5	2.1	2.1	0.002	0.828	0.662
<b>L*-Wert</b>			52.2	52.0	54.4	57.9	<0.001	0.864	0.807
Tropfsaft- verlust (%)		<b>LD</b>	3.8	3.1	4.7	4.2	0.002	0.058	0.808
Scherkraft N			69.6	54.9	56.6	48.2	0.001	<0.001	<0.308
Tau-Verlust (%)			11.4	9.4	12.3	10.2	0.028	<0.001	0.939
Zubereitungs- verlust(%) <sup>3</sup>			28.3	24.4	27.7	23.7	0.266	<0.001	0.916
<b>Koch- schinken</b>	<b>keine Destrukt.</b>	63.5	29.9	34.5	26.0	0.009	0.001	0.078	
	<b>mittel Destrukt.</b>	19.7	36.8	40.1	37.2	0.028	0.130	0.063	
	<b>starke Destrukt.</b>	16.8	33.2	25.4	36.8	0.375	0.048	0.755	

<sup>1</sup> ohne den Faktor Aufhängung; <sup>2</sup>Klassierung der Destrukturierung im SM (1 = keine, 1.5 = mittlere, 2 = mittlere, 3 = starke); <sup>3</sup>Zubereitungsverlust = Tau- plus Kochverlust

Die Elektrobetäubung führte (im Vergleich zur CO<sub>2</sub>-Betäubung) zu allen Messzeitpunkten zu tieferen pH-Werten sowohl im *SM* wie auch im *LD*, zu höheren Temperaturen gemessen nach 45 Minuten in *SM* und *LD*, zu mehr Destrukturierungen im rohen *SM* und zu tieferen Scherkräften sowie erhöhtem Tropfsaftverlust im *LD*. Die L\*-Werte waren bei den elektrobetäubten Tieren höher, d.h. die Farbe war heller (Tabell 2 und Tabelle 3).

Die Kühlung spielte auch eine Rolle. Allerdings nicht eine so deutliche wie die Betäubung. Die IK führte im *LD* und *SM* gemessen nach 3 h zu deutlich tieferen Temperaturen und zum Teil zu deutlich höheren pH-Werten, d.h. der pH-Abfall konnte abgebremst werden. Die IK führte nur beim

*LD* zu einem höheren End-pH-Wert und sie führte zu keiner Verbesserung der Struktur im rohen *SM*. Dafür waren die Scherwerte im Teil I im *LD* bei der Intensivkühlung erhöht, d.h. das Fleisch war zäher. In beiden Untersuchungen führte die Intensivkühlung im *LD* zu erhöhten Zubereitungsverlusten (Koch- plus Tauverlust) und Tauverlusten und im Teil I zu erhöhten Tropfsaftverlusten. Im Teil I wurden Kochschinken produziert. Die *IK* führte zu einem tieferen Anteil an defekten Kochschinken-Scheiben (Tabelle 2). Die Elektrobetäubung dagegen zu mehr defekten Kochschinken-Scheiben. Erstaunlich war, dass die Destrukturierungen im Rohmaterial nichts über das Ausmass der Destrukturierungen im Kochschinken aussagten und dass die Destrukturierungen im Kochschinken nicht an den gleichen anatomischen Stellen auftraten, wo sie im Rohmaterial zu beobachten waren.

### **Verbesserung der Fleischstruktur durch einen „Chillstick“?**

Versuchablauf: Unter Chillstick ist ein Metallhorn zu verstehen, der in den Kern des *SM* – dort wo in der Regel die Destrukturierungen zuerst auftreten – gesteckt wird. Es sollte überprüft werden, ob der Chillstick ausreichend Wärme aus dem Kern der Schinken ableiten und so Destrukturierungen verhindern kann. Die beiden verwendeten Chillsticks hatten eine Länge von 13 cm, einen Durchmesser von 1,8 cm und bestanden aus Chromstahl. Die Chillsticks wurden an der MLP Sempach an fünf Schlachttagen bei je zwei zufällig ausgewählten Tieren (N = 10) im *SM* der rechten Schlachthälfte eingesetzt. Die linke Schlachthälfte diente der Kontrolle. Der Chillstick wurde 20 min. *p.m.* 9 bis 10 cm tief in den Kern des *SM* gesteckt und dort bis zum Zerlegen belassen. pH und Temperatur wurden im *SM* gemessen. 24 h *p.m.* wurden die Schlachthälften zerlegt. Danach wurden die Eckstücke nach Destrukturierungen beurteilt und die Farbe gemessen. Die Daten wurden mit einem gepaarten t-Test mit Microsoft Excel ausgewertet.

Resultate und Diskussion: Bei der visuellen Beurteilung wurden geringe Unterschiede zwischen den Eckstücken mit und ohne Chillstick festgestellt. Bei einigen Eckstücken waren ca. 0.5 cm rund um den Chillstick Farbunterschiede zum restlichen Fleisch erkennbar: Das Fleisch in dieser Region rund um den Chillstick war etwas dunkler. Bei der visuellen Beurteilung wurden die Eckstücke mit Chillstick besser benotet. Die Temperaturen waren in den Eckstücken mit Chillstick nach 45 min. und nach 3 h signifikant tiefer als bei den Kontrollhälften. Die pH-Werte nach 45 min. unterschieden sich nicht. Nach 3 und 24 h waren die pH-Werte der Chillstick-Hälften höher als die der Kontrollhälften (Tabelle 4).



**Tabelle 3:** Einflüsse der Nüchterungsdauer, Betäubungsart und Schlachtkörperkühlung<sup>1</sup> auf diverse Qualitätsmerkmale in SM und LD

		Nüchterung N (h)					Betäubung B			Kühlung (°C)			
		0	8	16	24	P-Wert	CO <sub>2</sub>	EL	P-Wert	-30	2	P-Wert	
pH	45 min	SM	6.51	6.40	6.39	6.41	0.224	6.64	6.21	<0.001	6.44	6.41	0.397
	3 h		5.85	5.78	5.89	5.80	0.465	6.10	5.57	<0.001	5.87	5.79	0.174
	24 h		5.48	5.56	5.56	5.52	0.283	5.52	5.54	0.450	5.54	5.52	0.650
	45 min	LD	6.42	6.34	6.33	6.33	0.408	6.67	6.04	<0.001	6.37	6.34	0.329
	3 h		6.23	6.06	6.09	6.02	0.318	6.53	6.67	<0.001	6.20	6.00	0.002
	24 h		5.46	5.49	5.50	5.52	0.465	5.52	5.48	0.016	5.53	5.46	0.000
Temperatur	45 min	SM	40.2	40.2	40.5	40.2	0.202	39.9	40.7	<0.001	40.2	40.4	0.065
	3 h		32.8	32.9	32.3	32.6	0.774	32.0	33.3	0.011	31.3	34.0	<0.00
	24 h		4.5	4.5	4.5	4.3	0.503	4.4	4.5	0.517	4.2	4.7	<0.00
	45 min	LD	37.5	37.2	37.2	37.0	0.782	36.6	37.8	<0.001	37.2	37.3	0.722
	3 h		15.5	15.4	14.6	14.7	0.654	14.3	15.8	0.018	10.5	19.5	<0.00
	24 h		3.5	3.5	3.5	3.5	0.858	3.6	3.4	0.002	3.4	3.6	0.016
Struktur <sup>2</sup> L*-Wert	SM	1.5	1.3	1.3	1.4	0.765	1.1	1.7	<0.001	1.3	1.4	0.367	
		48.8	49.7	50.4	50.9	0.713	47.8	52.0	0.001	49.7	50.1	0.697	
Tropfsaft- verlust (%)	LD	3.1	3.7	3.7	3.4	0.484	3.1	4.0	0.004	3.3	3.7	0.143	
Scherkraft N		70.6	64.7	59.8	56.9	0.103	72.6	54.9	<0.001	63.8	62.8	0.584	
Tau-Verlust (%)		9.9	11.2	10.3	9.6	0.099	10.6	10.1	0.343	10.7	9.9	0.040	
Zubereitungs- verlust <sup>3</sup> (%)		27.8	28.3	27.7	27.6	0.813	28.0	27.6	0.208	28.5	27.3	0.028	

<sup>1</sup> ohne die Faktoren Aufhängung, Sex, Nüchterung x Kühlung, Nüchterung x Betäubung, <sup>2</sup>Klassierung der Destrukturierung im SM (1 = keine, 1.5 = mittlere, 2 = mittlere, 3 = starke); <sup>3</sup>Zubereitungsverlust = Tau- plus Kochverlust

Auch der durchschnittliche Grad der Destrukturierung im SM war bei den mit dem Chillstick gekühlten Schlachtkörperhälften geringer (P = 0.008), doch waren diese Unterschiede sehr gering und wenig relevant. Der Chillstick hinterlässt im Eckstück ein deutliches Loch. Es bliebe zu klären, ob es bei der Verarbeitung zu Qualitätseinbussen und Problemen führen kann. Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass der Chillstick keine ausreichend wirkungsvolle Methode ist, um Destrukturierungen im Rohmaterial zu verhindern.

**Tabelle 4:** Einfluss des Chillsticks auf pH und Temperaturverlauf im SM und durchschnittlicher Destruktierungsgrad

n=10 Tiere		Verfahren		P-Wert (einseitig)
		ohne Chillstick	mit Chillstick	
pH	45min	6.37	6.38	0.400
	3 h	5.79	5.96	0.029
	24 h	5.45	5.48	0.042
Temperatur	45 min	41.0	39.8	0.001
	3h	33.5	30.6	0.001
Struktur	24 h	1.6	1.3	0.008

### Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen Verarbeitungstechnologien und zwei unterschiedlichen Qualitäten im Rohmaterial

Versuchsablauf: Bei insgesamt 436 Tieren aus mehreren Mastbetrieben wurde 24 h *p.m.* die Leitfähigkeit (LF) im Schinken gemessen. Das Ziel war es, anhand der LF-Werte eine Charge „gutes Rohmaterial“ und eine Charge „schlechtes Rohmaterial“ für die Kochschinkenherstellung in zwei VB zur Verfügung zu stellen. Der Median lag bei einem LF-Wert von ungefähr 5 mS/cm. Damit wurden 226 Tiere in die Gruppe „schlechtes Rohmaterial“ (LF>5 mS/cm) und 210 Tiere in die Gruppe „gutes Rohmaterial“ eingeteilt. Nach dem Zerlegen wurde der Grad der Destrukturierungen an den entvliesten Eckstück (links und rechts) beurteilt. Das Material der linken Schlachthälften ging an den VB 1, das der rechten Schlachthälften an den VB 3. Beide Betriebe stellten dann Kochschinken nach ihrem Standardverfahren her.

Ergebnisse: Knapp 63 % der Bäggli der Gruppe „gutes Rohmaterial“ wurden als nicht destrukturiert oder nur wenig destrukturiert beurteilt (Tab. 5). Ein Drittel der Bäggli zeigten Destrukturierungen von mittlerem Ausmass und nur knapp 2 % der Bäggli waren stark destrukturiert. Bei der Gruppe „schlechtes Rohmaterial“ war weniger als 1/3 der Bäggli nicht oder nur wenig destrukturiert. Mehr als 2/3 der Bäggli wurden als mittel oder stark destrukturiert beurteilt. Insgesamt kann so gesagt werden, dass mit der Einteilung „gutes“ und „schlechtes“ Rohmaterial anhand der Leitfähigkeit eine grobe Einteilung des Rohmaterials gelungen ist.

**Tabelle 5:** Einfluss der Klassierung gemäss der Leitfähigkeit gemessen im Schinken auf den prozentualen Anteil an Destrukturierungen der Ecksücke nach visueller Beurteilung

	gut (LF < 5)	schlecht (LF ≥ 5)
n	2 x 210	2 x 226
keine / wenig Destrukt.	62.9	31.9
mittlere Destrukt.	35.2	46.7
starke Destrukt.	1.9	21.5

Von den in VB 3 produzierten Kochschinken aus gutem Rohmaterial wurde 5.0 % als stark destrukturiert beurteilt, wohingegen beim schlechten Rohmaterial der Anteil mit 10.4 % signifikant (t-Test) höher war (Tabelle 6). D.h. hier zeigte sich ein Einfluss der Qualität des Rohmaterials auf die Destrukturierungen im Kochschinken. Der Anteil an stark destrukturierten Schinken der aus gutem oder schlechtem Rohmaterial produziert wurde, war im VB 1 mit 7.9 bzw. 5.6 % ähnlich. Bei den starken Destrukturierungen waren kein deutlicher Einfluss von Charge oder Verarbeiter zu erkennen. Hingegen war die Interaktion signifikant.

Bei den mittleren Destrukturierungen im Kochschinken sind signifikante Einflüsse der Qualität des Rohmaterials und des Verarbeitungsbetriebs zu sehen. Bei VB 1 zeigte sich ein höherer Anteil an Destrukturierungen und - entgegen den Erwartungen - zeigten Kochschinken aus gutem Rohmaterial bei beiden Verarbeitern mehr mittlere Destrukturierungen als Kochschinken aus schlechtem Rohmaterial. Dies ist ein weiterer Hinweis, dass die Verarbeitung eine grössere Rolle bei der Entstehung der Destrukturierungen spielen kann als die Qualität des Rohmaterials. Ein weiterer Hinweis drauf ist, dass in VB 1 Destrukturierungen im Kochschinken nicht nur in hellen, sondern auch in dunklen Muskeln gefunden wurden.

Die ursächlichen Probleme der Destrukturierungen liegen VB 1 und VB 3 vermutlich schwerpunktmässig woanders. Bei VB 3 spielt das Rohmaterial offenbar eine gewisse Rolle. Dies entspricht auch den Resultaten von Hugenschmidt (Hugenschmidt, 2009). Das Hauptproblem bei VB 1 scheint die Verarbeitung zu sein.

**Tabelle 6:** Einfluss von Verarbeiter und Qualität des Rohmaterials gemäss Klassierung nach der Leitfähigkeit (LF) im Schinken auf Destrukturierungen im Kochschinken

	Verarbeiter VB			Qualität Rohmaterial (RM)			Rohmaterial RM X Verarbeiter VB				
	1	3	p	LF < 5 (gut)	LF ≥ 5 (schlecht)	P-Wert	VB 1/ RM gut	VB 1/ RM schlecht	VB 3/ RM gut	VB 3/ RM schlecht	P-Wert
mitt. Dest.	23.3	15.4	0.000	22.6	16.1	<0.001	27.0	19.5	18.1	12.7	0.569
starke Dest.	6.7	7.7	0.600	6.5	8.3	0.377	7.9	5.6	5.0	10.4	0.035

Einige Schinkenstangen wurden zwischen den Betrieben ausgetauscht (Daten nicht gezeigt). In VB 1 zeigten die Stangen aus Betrieb 3 praktisch keine starken Destrukturierungen. In VB 3 zeigten die Stangen aus VB 1 bis zu 22 % starke Destrukturierungen. Das deutet darauf hin, dass auch der Schneideprozess einen Einflussfaktor für die Ausprägung von Destrukturierungen in Kochschinken darstellt und im VB 3 diesbezüglich noch Optimierungspotenzial besteht. Wären alle Schinken-

stangen auf dem Slicer des VB 1 geschnitten worden, hätten wohl auch die Schinken des VB 3 weniger Destrukturierungen gezeigt.

Bei den Schinkenstangen in VB1 wurde die Position der Stange im Kocher genauer untersucht. Hier ergaben sich Hinweise, dass die Lage auf dem Kochwagen in der Kochkammer einen Einfluss auf Destrukturierungen haben kann. Das heisst, es könnte eine Rolle spielen, ob die Schinkenstange oben oder unten auf dem Wagen liegt und ob sie zwischen zwei anderen Stangen liegt oder am Rand. Die Wärmeverteilung in der Kochkammer wird noch näher untersucht werden.

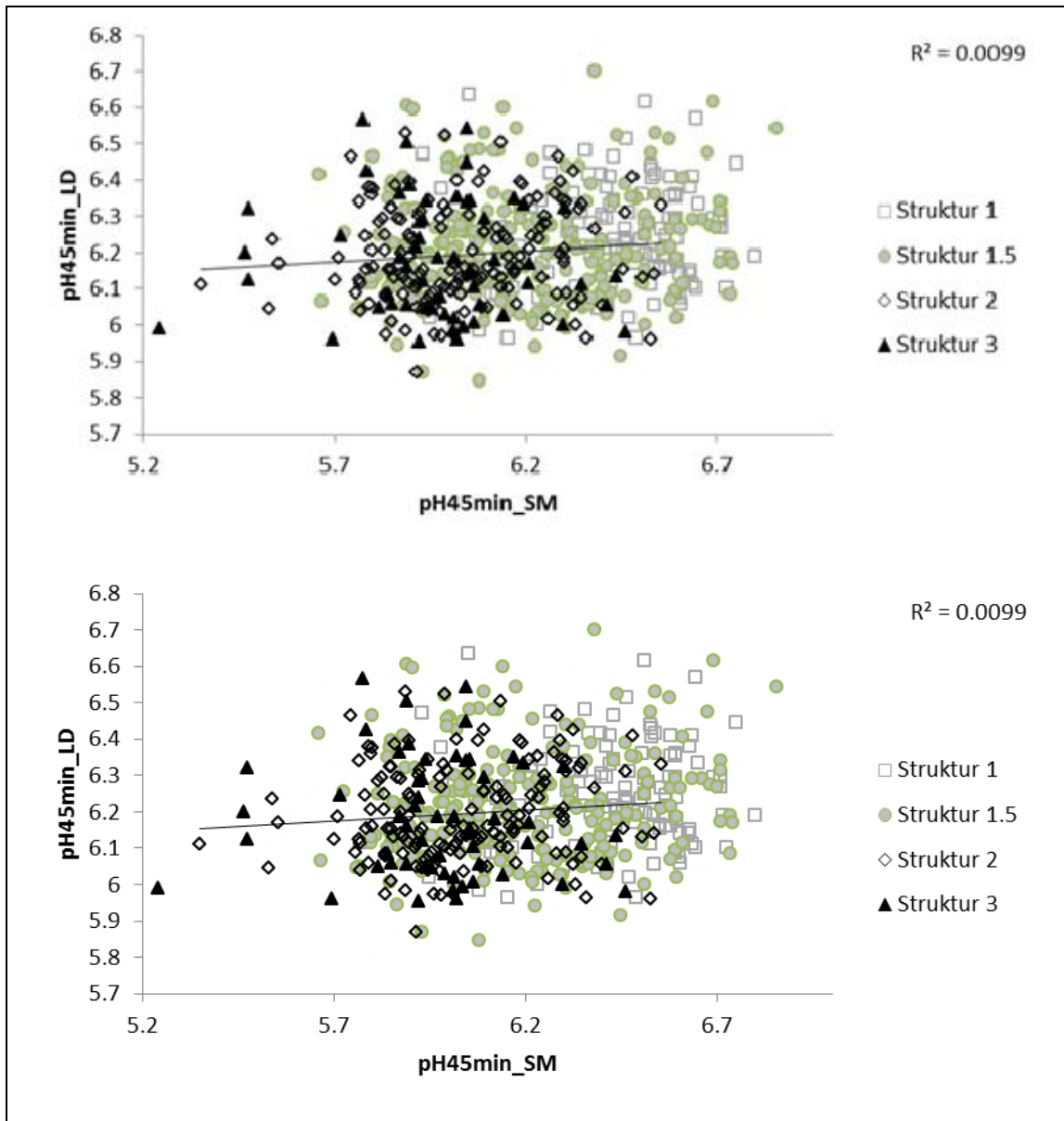
Bemerkenswert ist, dass im VB 1 deutlich weniger starke Destrukturierungen im Kochschinken gefunden wurden, als bei dem ersten Versuch vor ca. 1.5 Jahren. Wurden im vorliegenden Versuch zwischen 5.6 und 7.9 % starken Destrukturierungen im Kochschinken entdeckt, waren es in einem ersten Versuch bis zu 28 %. Gemäss Angaben der verantwortlichen Fleischtechnologien wurden in der Zwischenzeit Änderungen im Kochprogramm und auch beim Abfüllen gemacht.

### **Beziehung zwischen pH-Verlauf und Destrukturierungen im Rohmaterial**

Versuchsablauf: Bis Ende 2010 wurden an der MLP jeden Montag Tiere verschiedener genetischer Herkünfte geschlachtet. Dabei wurden die Routineerhebungen für die Zuchtwertschätzung durchgeführt. Zusätzlich zu diesen Erhebungen wurden ab September 2009 pH- und Temperaturmessungen im Schinken vorgenommen. Bei ausgesuchten Tieren wurden die Eckstücke nach dem Zerlegen visuell auf Destrukturierungen überprüft.

Ergebnisse: Es zeigte sich, dass bei allen Rassen alle Destrukturierungsgrade im Rohmaterial vorkamen. Der pH sank im *SM* schneller ab als im *LD*. 45 Minuten *p.m.* zeigten sich im *LD* selten pH-Werte unter 6. Im *SM* kamen pH-Werte unter 6 häufiger vor. Auffällig war auch, dass bei vielen Tieren der pH im *SM* nach drei Stunden schon praktisch auf den End-pH-Niveau (zwischen 5.30 und 5.45) abgesunken war. Eckstücke, die nach 45 Minuten einen pH über 6.3 aufwiesen, zeigten beim Zerlegen meist keine oder nur geringe Destrukturierungen. Eckstücke, deren pH nach 3 h schon auf einen pH-Wert unter 5.5 abgesunken war, zeigten häufig eine mittlere oder starke Destrukturierung. Die Daten zeigten auch, dass nach 24 h der pH i.d.R. unter 5.5 lag. In Lehrbüchern wird gefordert, nur Eckstücke für die Kochschinkenproduktion zu verwenden, die einen End-pH von über 5.8 aufweisen. Dies wäre mit diesem Tiermaterial offensichtlich nicht zu erreichen. Nahezu alle Eckstücke, egal ob sie Destrukturierungen beim Zerlegen zeigen oder nicht, wiesen einen End-pH unter 5.5 auf (Abbildung 2).

**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen den pH-Werten zu verschiedenen Zeiten und der Struktur im Rohmaterial



### Schlussfolgerungen

Destrukturierungen im Rohmaterial waren bei allen untersuchten Rassen zu erkennen. Ein starker pH-Abfall – Werte unter 6.3 nach 45 Minuten oder Werte unter 5.5 nach 3 Stunden – gaben einen Hinweis auf Destrukturierungen im Rohmaterial. Die Herkunft (Rasse x Betrieb), der Schlachthof und vor allem die Betäubungsmethode hatten in den gemachten Untersuchungen einen Einfluss auf das Rohmaterial. Dabei erzeugte die Elektrobetäubung im Vergleich zur CO<sub>2</sub>-Betäubung deutlich mehr Destrukturierungen. Die Schlachtkörperkühlung zeigte auch bei extremen Temperaturen (minus 30°C) keinen Einfluss auf die Destrukturierungen im rohen SM, hatte aber einen negativen Einfluss auf die Qualität des LD. Die Nüchterungsdauer vor der Schlachtung hatte kaum einen

Einfluss auf das Rohmaterial. Auch mit einem Metalledorn konnte nicht genug Wärme abgeführt werden, um das Rohmaterial markant zu verbessern. In der Studie von Hugenschmidt (2009) wurde die Wärme in Innern des Schinkens abgeführt, indem der Stotzen 45 Minuten *p.m.*, vor dem Eintritt in den Kühlraum angeschnitten und das Eckstück mit einem Messer manuell gelöst und abgeklappt wurde. Diese Prozedur führte zu weniger Destrukturierungen im Rohmaterial und zu weniger Destrukturierungen im Kochschinken.

Auch wenn man Destrukturierungen bzw. PSE-ähnliche Zonen im Rohmaterial verhindern kann, führt das aber nicht in jedem Fall zu intakten Kochschinken. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Verarbeitung eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Destrukturierungen im Kochschinken spielt, d.h. Destrukturierungen im Kochschinken können unabhängig von der Qualität des Rohmaterials auftreten. Es gibt aber durchaus Verarbeiter bei denen ein Zusammenhang zwischen Rohmaterial und Destrukturierungen im Kochschinken besteht. Das Problem der destrukturierten Kochschinken ist offensichtlich ein multifaktorielles Problem, für das keine einheitliche Ursache und daher auch keine einfache Vermeidungsstrategie angegeben werden kann.

### **Danksagung**

*Ein herzliches Dankeschön für die Unterstützung dieses Projektes geht an Proviande, Bell AG, Micarna SA, Bigler AG, ABZ Spiez, SUISAG und Stefan Schlüchter (ehem. ALP). Dieses Projekt wurde durch das KTI finanziell unterstützt.*

### **Literatur**

De Smet, S. M., Pauwels, H., De Bie, S., Demeyer, D. I., Calewier, J., Eeckhout, W. (1996): Effect of halothane gene, breed, feed, withdrawal and lairage on pork quality of belgian slaughter pigs. In: Journal of Animal Science. **74**: 1854-1863

Fiedler, I. (1994): Gutachten vom 9. Juli 1994. Aus dem Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere. Forschungsbereich Muskelbiologie und Wachstum. Dummerstorf De. Archiv Suisag

Häni, H. (1994): Zusatzbericht vom 9. Juni 1994 zu den Untersuchungsberichten 1320-25/94 S Muskulatur Schlachtschweine / geschnittener Schinken. Histologische Untersuchung. Universität Bern, Institut für Tierpathologie. Bern. Archiv Suisag

Hugenschmidt, G., Hadorn, R., Suter, M., Scheeder, M.R.L. und Wenk, C. (2007): Anteil und Schweregrad destrukturierter Zonen in Kochschinken. *Fleischwirtschaft* **87**(9): 100-103

Hugenschmidt, G. (2009): Spezifische Variation der Beschaffenheit von Kochschinken. Dissertation. Betreut von Caspar Wenk. Zürich. ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften

Honikel, K.O. (1998): Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science. **49**(4): 447-457

Müller Richli, M., Scheeder, M. R. (2010): Einfluss von Schlacht- und Verarbeitungstechnologie sowie Herkunft der Tiere auf Strukturfehler im Kochschinken. Herausgegeben von Kreuzer, M., Lanzini, T., Wanner, M., Bruckmaier, R. und Bee, G. ETH Zürich, Zürich. (ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, Bd. 33)

Schwörer, D.; Maassen, A., Baumann, A., Hofer, A. (1996): Projekt 2.48: Abklärung des züchterischen Einflusses auf Fleischfehler bei der Herstellung von Kochpökelfleisch. Zusammen mit der Bell AG (Basel), Micarna (Bazenheid) sowie dem Inst. für Nutztierwissenschaften der ETH (Zürich). Projektbeschreibung. Archiv Suisag

Schwörer, D., Maassen, A., Lorenz, D. und Rebsamen, A. (1999): Produktfehler im Modelschinken. *Die Grüne* **2/99**: 25.