Spezifische Variation der Beschaffenheit von Kochschinken – *Dissertation im Überblick*

Gabriel Hugenschmidt

Übersicht

- **Einleitung**
- Variation in der Beschaffenheit von Kochschinken (KS)
- Charakterisierung von Destrukturierungen in KS
- Einfluss des pH-Werts auf Destrukturierungen
- Mögliche Vermeidungsstrategien von Destrukturierungen
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Übersicht

Lebensmittelgesetzgebung zur Bezeichnung „Schinken“

Die Bezeichnung “Schinken“ darf nur für Produkte aus Muskel oder Muskelpaketen vom hinteren Stotzen des Schweins, mit oder ohne Knochen, mit oder ohne Schwarte verwendet werden. Die Muskelstruktur muss erkennbar bleiben [VLtH, 2008].

$$Q2_{Schinken} = \text{Wasser [\%]} / \text{Gesamteinweiss [\%]} \leq 3.7$$

Schweinehälften

Zerlegen

Stotzen

Ausbeinen,
Dressieren

Nuss, Unterspälte,
Eckstück, Huft

Lake

Lake: Nitrit, NaCl,
Ascorbat, Phosphat

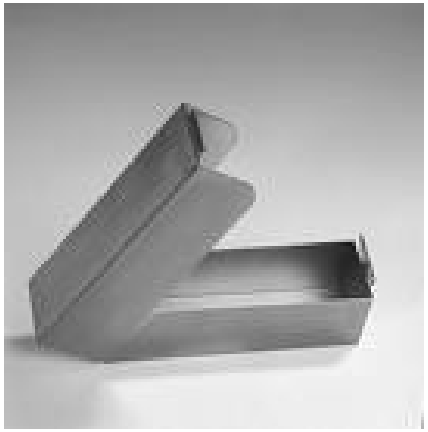
→ Umrötung
→ Konservierung
→ Geschmack
→ Wasserbindung

Lake-
injektion

Injektion von Lake:
8 - 15 kg/100 kg Fleisch

Tumbeln

Tumbeln: Vakuum,
über Nacht



Einmodeln

Garung

Model: 5-25 kg Fleisch pro Model

Garung: 68-70°C (Kern)
~ 75°C (Ofen)

Lagerung

Schneiden: 0.8 – 1.5 mm Dicke
400 Scheiben/Min.

Verpacken: unter Schutzatmosphäre (70% N_2, 30% CO_2)

Problemstellung

- **Zerfallende Strukturen**

  Ausfasernde Kochschinkenscheiben aufgrund hyaliner Muskeldegeneration *(Schwörer et al., 1999; Franck et al. 2004; Aubry et al. 2000; Laville, 2005)*

- **Stellen mit Bananenfleisch**

  Stellen mit tiefem pH-Wert *(Cassens, 2000; O'Neill et al. 2003)*

- **Punktuelle Hellverfärbungen**

  Stellen mit festerer Konsistenz *(Guggisberg, 2004)*

Problemstellung

Zerfallende Strukturen / Verfärbungen in Kochschinken

Zielsetzung

- **Beschreiben und Klassifizieren der spezifischen Variationen in der Beschaffenheit von Kochschinken**
- **Charakterisierung der Strukturfehler**
- **Abklären von möglichen Ursachen für die spezifischen Variationen**
- **Praxisempfehlungen ableiten**

Übersicht

- Einleitung
- **Variation in der Beschaffenheit von Kochschinken (KS)**
- Charakterisierung von Destrukturierungen in KS
- Einfluss des pH-Werts auf Destrukturierungen
- Mögliche Vermeidungsstrategien von Destrukturierungen
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Einleitung

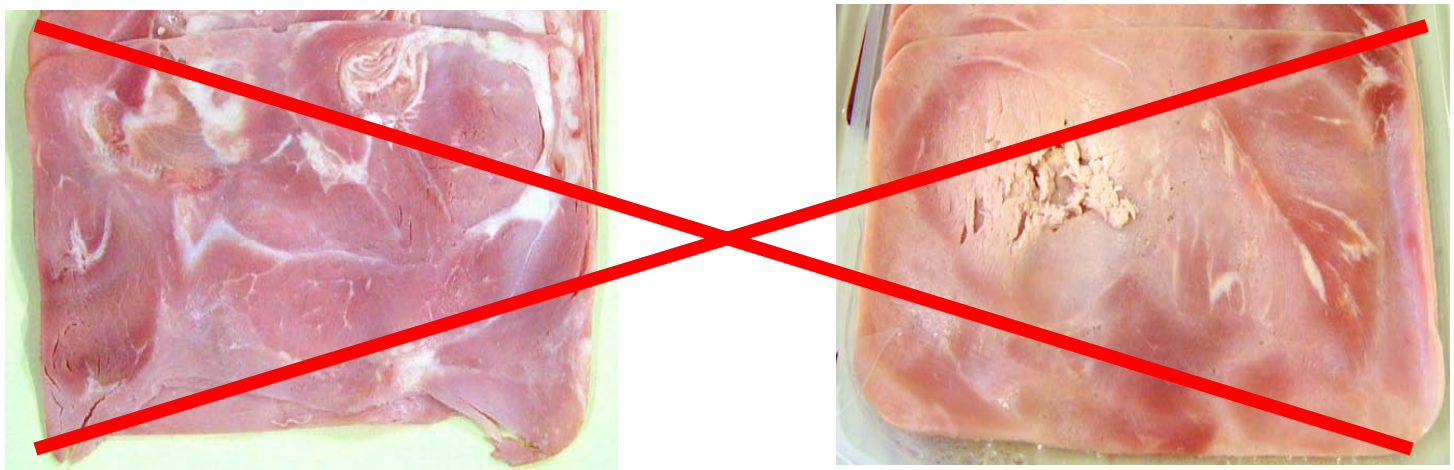
- ***Ziel:* Quantifizierung und Charakterisierung der spezifischen Variationen in der Beschaffenheit von Kochschinken**
- **Zusammenarbeit mit 7 fleischverarbeitenden Betrieben unterschiedlicher Grösse aus der Schweiz**
- **Untersuchung von 12 Chargen**
- **Chargengrösse zwischen 75 kg und 1.3 t**
  (12 – 57 Kochschinkenstangen à 3.9 – 23.1 kg)

Praxiserhebung verschiedener Defekte in Kochschinken

1. Art von Defekten im Produktionsausschuss von Kochschinken
2. Quantifizierung von Destrukturierungen in der gesamten Produktionscharge

Art von Defekten im Produktionsausschuss von Kochschinken

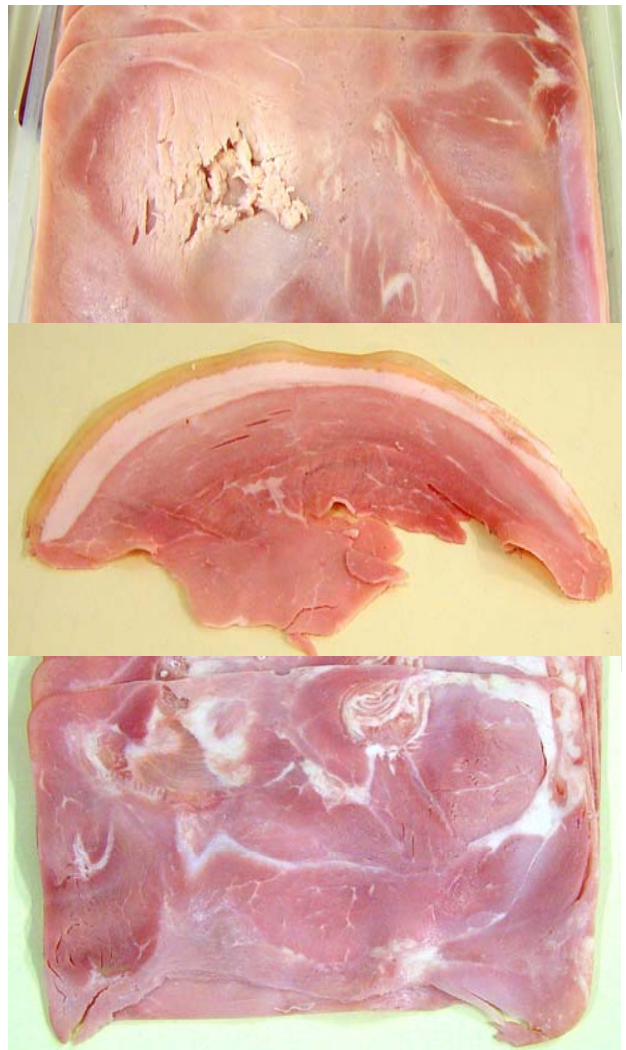
- **Vorgehen:**
  - Defekte Schinkenscheiben beim Aufschneiden aussortiert



  - Defekte in den aussortierten Schinkenscheiben:
    - in verschiedene Klassen eingeteilt
    - Anteil an den aussortierten Schinkenscheiben ermittelt

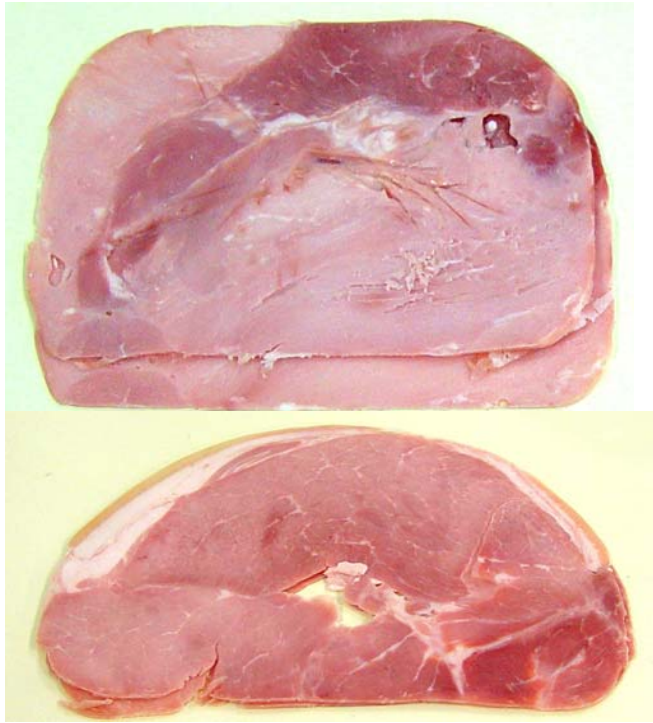
Art von Defekten im Produktionsausschuss von Kochschinken

- 33% destrukturierte Zonen
- 28% mangelnder inter- bzw. intramuskulärer Scheibenzusammenhalt
- 10% übermässige Fetteinlagerungen



Art von Defekten im Produktionsausschuss von Kochschinken

- 9% übermässige Variation in der Farbe
- 5% Löcher
- 15% weitere Defekte



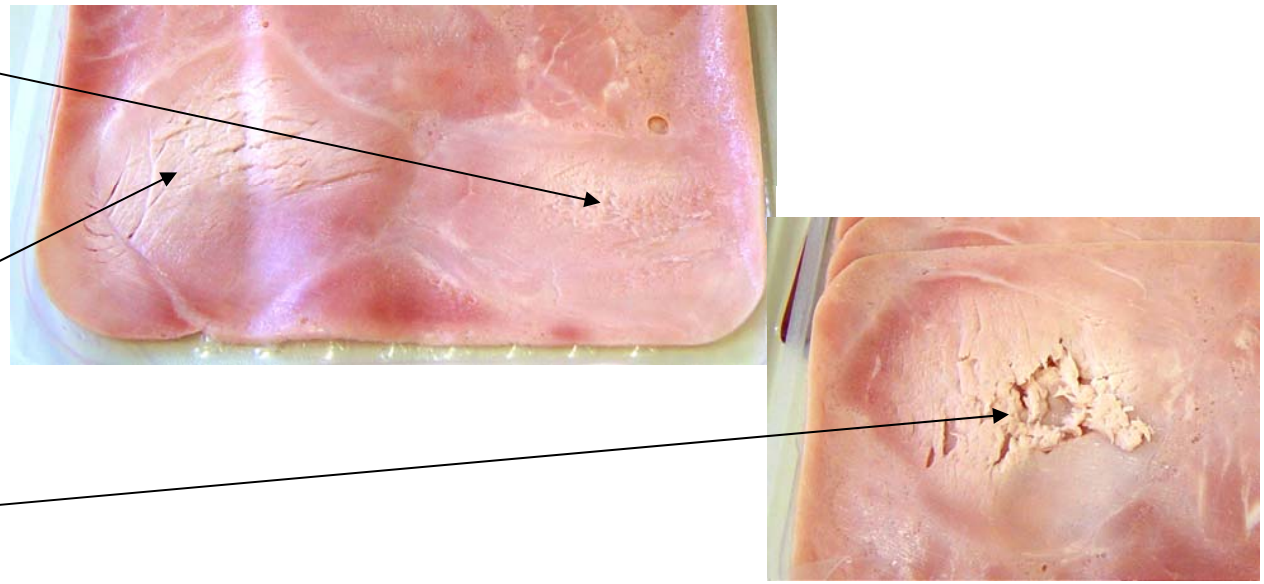
Art von Defekten im Produktionsausschuss von Kochschinken

- 33% destrukturierte Zonen
- 28% mangelnder inter- bzw. intramuskulärer Scheibenzusammenhalt
- 10% übermässige Fetteinlagerungen
- 9% übermässige Variation in der Farbe
- 5% Löcher
- 15% weitere Defekte

Quantifizierung von destrukturierten Zonen in Kochschinken

(bezogen auf Gesamtproduktion)

- **Erhebung direkt an der Produktionslinie nach dem Aufschneiden der Kochschinken**
- **Einteilung der Destrukturierungen in:**
  - **1. Grad**
  - **2. Grad**
  - **3. Grad**



Quantifizierung von Destrukturierungen in Kochschinken

(bezogen auf Gesamtproduktion)

- **Total Destrukturierungen: 7.4% (± 4.0%)**
  - **Destrukturierungen 1. Grades: 4.3% (± 2.6%)**
  - **Destrukturierungen 2. Grades: 2.2% (± 1.4%)**
  - **Destrukturierungen 3. Grades: 0.9% (± 0.8%)**
- **Destrukturierungen 1. Grades sowie Teile der Destrukturierungen 2. Grades → gelangen in den Verkauf**

Quantifizierung von Destrukturierungen in Kochschinken

- ***Biceps femoris* (Unterspälte) und *Musculus semimembranosus* (Eckstück) häufig vom Defekt betroffen**
- **Anteil der betroffenen Zone: bis $^1/_5$ der Schinkenscheibe**

Quantifizierung von Destrukturierungen in Kochschinken

- **Destrukturierungen sind Hauptursachen für Verluste beim Schneiden von Kochschinken** *(Ranou und Onno, 1996)*
- **Anteil der Destrukturierungen (7.4%) geringer als in vorgängigen Studien**
  - **⅓ der Schinken weist beim Schneiden Muskelzerfall auf** *(Schwörer et al., 1999)*
  - **20 bis 50% von Destrukturierungen betroffen** *(Balac et al., 1998)*

Übersicht

- Einleitung
- Variation in der Beschaffenheit von Kochschinken
- **Charakterisierung von Destruktu-rierungen in KS**
- Einfluss des pH-Werts auf Destrukturierungen
- Mögliche Vermeidungsstrategien von Destruktu-rierungen
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Einleitung

- **Bisher mehrheitlich Studien im Rohmaterial → ungenügende Reduktion der Problematik**

- ***Versuchsziel:***
  Charakterisierung von Destrukturierungen im Kochschinken → Rückschluss auf Ursachen im Rohmaterial oder Produktionsverlauf möglich?

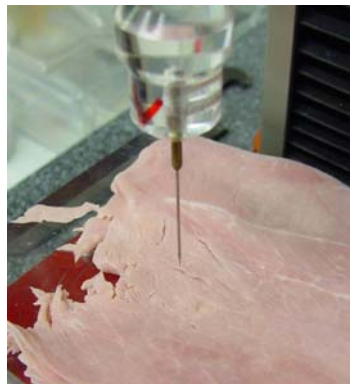
Charakterisierung von Destrukturierungen in Kochschinken

- **Herstellung von 2 × 2 Chargen zu je 1 t Kochschinken**
  - in 2 Praxisbetrieben
  - jeweils aus 2 Muskeln:
    - ♦ ***M. biceps femoris*** **(BF, Unterspälte)**
    - ♦ ***M. semimembranosus*** **(SM, Eckstück)**

- **Herstellung von 4 Chargen Kochschinken aus Eckstücken im ABZ-Spiez**

Charakterisierung von Destrukturierungen in Kochschinken

- **Rohnährstoffanalysen**
  - Rohprotein (Kjeldahl)
  - Rohfett (SOXTEC)
  - Aminosäuremuster (Hydrolyse / Oxidation, HPLC)
  - Rohasche (gravimetrisch)
  - Trockensubstanz (gravimetrisch)
  - Hydroxyprolin (löslich, total, photospektrometrisch)
- **Physikalische Analysen**
  - Farbe (L*, a*, b*)
  - pH-Wert
  - MFI (spektrophotometrisch)
  - Härte (Nadelpenetration)



Charakterisierung von Destrukturierungen in Kochschinken

1. **Helle Farbe**
2. **Weiche Textur**
3. **Tieferer pH-Wert** (Δ = 0.07 pH-Einheiten)
4. **Reduzierter Wassergehalt / reduzierter Asche- und Zuckergehalt**

→ **Parallelen zu Kochschinken aus PSE-Fleisch**

Charakterisierung von Destrukturierungen in Kochschinken

5. Lösliches und gesamtes Bindegewebe chargenweise in destrukturiertem Kochschinken reduziert
6. Chargenweise erhöhter Fett- / Proteingehalt
7. Erhöhter myofibrillärer Fragmentations-index (Proteolyse)

Charakterisierung von Destrukturierungen in Kochschinken - Folgerungen für Rohmaterial

- **PSE-Fleisch als Ursache für Destrukturierungen**
  (Balac et al., 1998, Franck et al, 2002; Laville et al., 2005)
- **Tiefer pH-Wert des Rohmaterials als Ursache für Destrukturierungen**
  (Frey, 1986, Ranou und Onno, 1999; Minvielle et al., 2003; Vautier et al., 2008)

→ Hervorrufen von Destrukturierungen in Kochschinken durch:

- **Simulation von PSE-Bedingungen?**
- **Verwendung von Rohmaterial mit unterschiedlichem pH-Wert?**

Übersicht

- Einleitung
- Variation in der Beschaffenheit von Kochschinken
- Charakterisierung von Destrukturierungen in KS
- **Einfluss des pH-Wertes auf Destruktu-rierungen**
- Mögliche Vermeidungsstrategien von Destruktu-rierungen
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Übersicht pH-Versuche

- **Versuch 1: Welchen Einfluss hat der pH-Verlauf auf Destrukturierungen in Kochschinken?**

- **Versuch 2: Welchen Einfluss hat der End-pH-Wert auf Destrukturierungen in Kochschinken?**

Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

- **Versuchsaufbau: Variation des pH-Verlaufes durch Elektrostimulation und Kühlung**

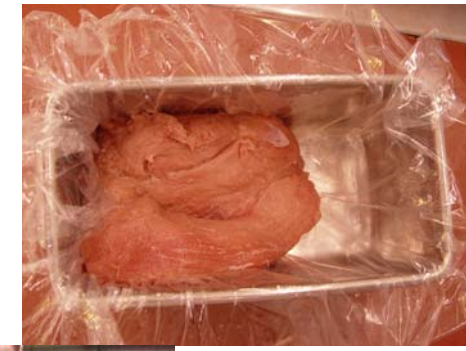
		Elektrostimulation (50 V, 14 Hz, 2 x 90 Sek.)	
		ja	nein
Kühlung	konventionell (2°C ab 30 Min. p.m.)	**ES x KK**	**NES x KK**
	verzögert (2°C ab 120 Min. p.m.)	**ES x VK**	**NES x VK**

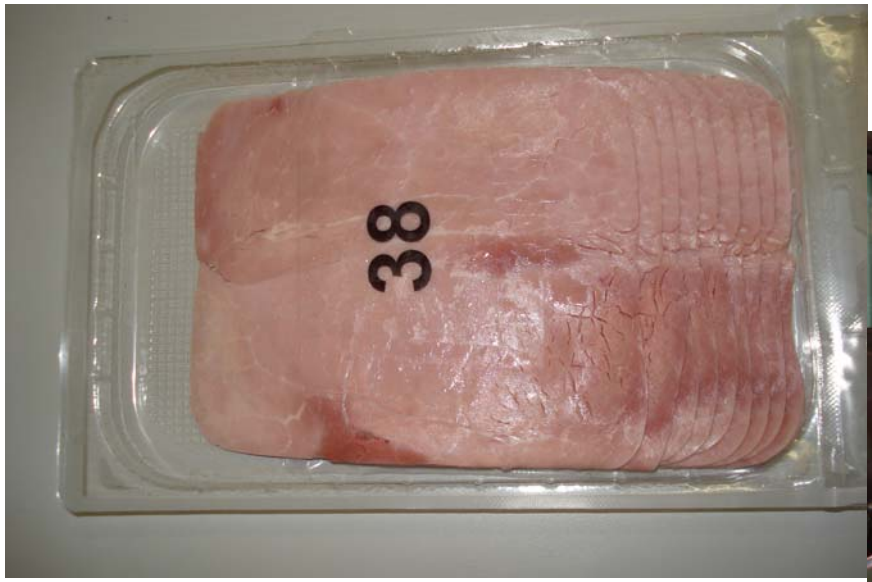
- **40 Edelschweine (20 Kastraten / 20 Sauen) an ALP aufgezogen und in 2 Chargen geschlachtet**

Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

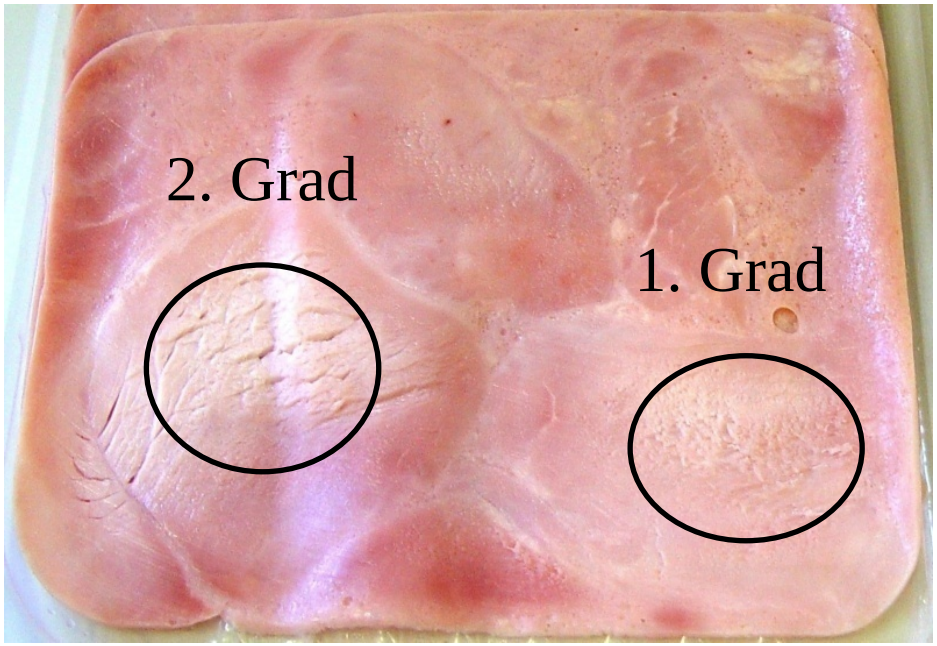
- Herstellung von 2 Chargen Kochschinken am ABZ Spiez
- Schneiden bei Meinen AG

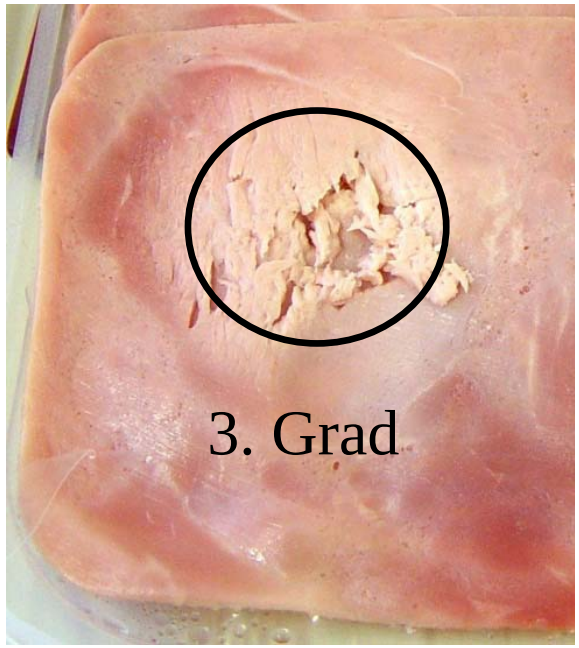




Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

- **Anteil und Grad der Destrukturierungen im Kochschinken (gravimetrisch)**





Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

- **Der pH-Wert und die Temperatur konnten durch die angewandten Verfahren wunsch-gemäss verändert werden**

Temperatur und pH-Wert in abhängig von Elektrostimulation und Kühlung

	Elektrostimulation		Kühlung	
	ja	nein	verzögert	konventionell
pH-Wert / Temp. nach 60 Min.	**5.60**	**6.19**	**39.0**	**38.4**
pH-Wert / Temp. nach 180 Min.	**5.50**	**5.73**	**35.4**	**31.4**
pH-Wert / Temp. nach 24 h	**5.57**	**5.60**	**4.2**	**5.2**

Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

Destrukturierungen [g/kg roher Muskel] in Eckstück und Unterspälte abhängig von Elektrostimulation und Kühlung

Muskel	Destr.-grad	ES x KK (n=10)	ES x VK (n=10)	NES x KK (n=10)	NES x VK (n=10)	*P*
Charge 1	1. Grad	31.4	22.0	34.0	22.8	0.483
Eckstück	2. Grad	17.2	16.3	16.1	11.9	0.680
	3. Grad	33.1	44.9	39.6	31.7	0.877
Charge 1	1. Grad	3.1	1.5	4.5	1.5	0.371
Unterspälte	2. Grad	1.3	0.6	2.3	0.0	0.517
	3. Grad	1.3	0.0	0.0	0.0	0.392
Charge 2	1. Grad	24.1	26.7	41.3	14.0	0.799
Eckstück	2. Grad	16.8	13.6	24.7	36.6	0.596
	3. Grad	17.5	30.6	54.1	39.4	0.256
Charge 2	1. Grad	2.6[a]	0.4[a]	26.3[b]	3.0[a]	0.021
Unterspälte	2. Grad	2.7	1.3	8.9	0.0	0.267
	3. Grad	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000

ES: Elektrostimulation, NES: keine Elektrostimulation, KK: konventionelle Kühlung, VK: verzögerte Kühlung, Destr.grad: Destrukturierungsgrad im Kochschinken, n: Anzahl Kochschinken

Einfluss des pH-Verlaufes auf Destrukturierungen in Kochschinken

- **Destrukturierungen wurden weder durch Elektro-stimulation noch durch Kühlung beeinflusst**
- **Erhöhte Temperatur 1 Stunde p.m. in Unterspälten ($P = 0.067$) und Eckstücken ($P = 0.054$) erwies sich als bester Indikator für Destrukturierungen**
- **Hohe Temperatur kurz nach der Schlachtung → Denaturierung von Proteinen → PSE-Fleisch**

Übersicht pH-Versuche

- **Versuch 1: Welchen Einfluss hat der pH-Verlauf auf Destrukturierungen in Kochschinken?**
- **Versuch 2: Welchen Einfluss hat der End-pH-Wert auf Destrukturierungen in Kochschinken?**

Einfluss des End-pH-Wertes auf Destrukturierungen in Kochschinken

- **Versuchsaufbau: Selektion des Rohfleisches (Bell AG, Basel)**
  - **Messung des pH-Wertes (24 h p.m.) in rund 800 (Charge 1) resp. 1‘000 Eckstücken (Charge 2)**
  - **Einteilung gemäss pH-Wert in drei Gruppen:**
    * **Gruppe 1: pH < 5.5**
    * **Gruppe 2: pH 5.5 – 5.7**
    * **Gruppe 3: pH > 5.7**
- **Produktion von Kochschinken nach pH-Gruppe**

Einfluss des End-pH-Wertes auf Destrukturierungen in Kochschinken

Destrukturierungen in Kochschinken [g/kg roher Muskel] aus Eckstücken dreier End-pH-Gruppen

Destrukturierungsgrad	pH < 5.5	pH 5.5-5.7	pH > 5.7	*P*
Charge 1	(n=24)	(n=24)	(n=16)	
1. Grad	8.3	12.2	13.8	0.593
2. Grad	5.6	6.9	4.4	0.707
3. Grad	9.4	3.2	2.0	0.142
Charge 2	(n=24)	(n=24)	(n=32)	
1. Grad	19.1^{a}	10.5^{b}	6.8^{c}	<0.001
2. Grad	32.6^{a}	15.2^{b}	4.4^{c}	<0.001
3. Grad	10.1^{a}	12.3^{a}	1.2^{b}	0.001

Einfluss des End-pH-Wertes auf Destrukturierungen in Kochschinken

- **Charge 1: Keine Unterschiede in der Menge an Destrukturierungen**
  Charge 2: Signifikante Unterschiede in der Menge an Destrukturierungen
- **Nur über Variation des End-pH-Wertes → Destruk-turierungen in Kochschinken nicht induzierbar**
- **Je tiefer der End-pH desto mehr Destrukturierungen im Rohmaterial**

Einfluss des pH-Wertes auf Destrukturierungen in Kochschinken - Folgerungen

- **Versuch 1:**
  - **Ähnlichkeit der Destrukturierungen in Kochschinken zu PSE-Fleisch bezüglich Entstehung bei hohen Temperaturen** *(Balac et al., 1998)*
  - **Einfluss des pH-Verlaufes?**

- **Versuch 2:**
  - **Tiefer End-pH bzw. starke Destruktu-rierungen im Rohmaterial führen nicht zwangsläufig zu Destrukturierungen in Kochschinken**

Übersicht

- Einleitung
- Quantifizierung von Destrukturierungen in Kochschinken (KS)
- Charakterisierung von Destrukturierungen in KS
- Einfluss des pH-Werts auf Destrukturierungen
- **Mögliche Vermeidungsstrategien von Destrukturierungen**
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Einleitung

- **Wie können Destrukturierungen verhindert werden?**
- **Wie entstehen Destrukturierungen im Rohfleisch?**
- **Welchen Einfluss hat die Herstellungs-technologie?**
- **Einfluss des Mästers / Genetik?**

(Unter der Leitung von Dr. M. Scheeder, SHL und Suisag)

Einleitung

- **4 Teilversuche (Schlachtungen)**
  - ***Teilversuche 1-3:* Schlacht- und Verarbeitungs-betrieb in der Westschweiz**
  - ***Teilversuch 4:* Schlacht- und Verarbeitungs-betrieb in der Ostschweiz**
- **Pro Teilversuch: jeweils Schlachtposten verschiedener Mäster und genetischer Herkünfte**

Destrukturierungen in Rohfleisch

Destrukturierung	keine		mittel		stark		*P*
	n	Mittelwert	n	Mittelwert	n	Mittelwert	
Fleischdicke [mm]	61	57.3[a]	28	57.1[a]	14	61.9[b]	0.002
pH_{45} SM [-]	91	6.39[c]	43	6.23[b]	18	5.95[a]	0.004
pH_{180} SM [-]	89	5.98	40	5.74	17	5.51	0.061
pH_{24} SM [-]	105	5.54	46	5.47	19	5.45	0.209
T_{65} SM [°C]	35	40.6[a]	20	41.0[a,b]	11	41.3[b]	0.007
T_{180} SM [°C]	35	35.3	21	36.1	11	36.0	0.096
L* SM [-]	93	50.8[a]	33	56.0[b]	15	60.1[c]	0.005

Destrukturierungen in Rohfleisch

- **Beste Indikatoren für Destrukturierungen im Rohmaterial** *(mittels binärer logistischer Regression)*:
  - **hohe Temperatur (65 Minuten p.m.)**
  - **tiefer pH-Wert (65 und 180 Minuten p.m.)**
- **(Noch) keine Grenzwerte ableitbar**

Einfluss der Schlachtkörperzusammensetzung auf Destrukturierungen in der Rohware

Parameter		Fettdicke	Fleischdicke	MFA	Schlachtgewicht	Stotzenbreite
Schlachtgewicht	R	0.177	0.254**	-0.068	1.000	0.469**
	n	103	103	103	164	164
pH_{45} SM	R	-0.036	-0.279**	-0.049	-0.058	-0.055
	n	100	100	100	154	154
pH_{180} SM	R	0.072	-0.180	-0.115	0.019	0.009
	n	101	101	101	148	148
T_{65} SM	R	0.142	0.153	-0.057	0.012	0.198
	n	66	66	66	80	80
T_{180} SM	R	0.129	0.178	-0.020	0.120	0.289**
	n	67	67	67	81	81

→ Der pH-Wert sinkt mit zunehmender Fleischdicke

→ Die Temperatur steigt mit zunehmender Stotzenbreite, Fleisch- und Fettdicke, Schlachtgewicht

Kühlversuche an der Schlachtlinie

Optische Beurteilung des Destrukturierungsgrades im Eckstück [%]		
Schnitt	**geschlossen**	**offen**
n	**60**	**60**
Normal [%]	**44.8**	**100**
Mittel [%]	**27.6**	**0.0**
Stark [%]	**27.6**	**0.0**
Bewertung der Destrukturierungen beim Schneiden der Kochschinken		
1. Grad [g/kg]	**129 ± 50.3**	**103 ± 12.1**
2. Grad [g/kg]	**143 ± 92.5**	**69 ± 23.5**
3. Grad [g/kg]	**45 ± 48.0**	**0 ±0.0**
Total [g/kg]	**318 ± 163.9**	**183 ± 31.8**
Aussortierte Abschnitte [%]	**15.7**	**0.0**

Betriebsvergleich

Rasse	Piétrain-X	100 % ES	75 % ES	Piétrain-X
Mäster	X	X	X	Y
Beurteilung der Rohware und Schneideverluste in den Kochschinken Betrieb A				
n	11	10	4	12
Destrukturierungsgrad [-]	1.1	1.2	1.0	2.1
Abschnitte Kochschinken [%]	8.7	3.7	7.7	15.0
Beurteilung der Rohware und Schneideverluste in den Kochschinken Betrieb B				
n	12	14	10	14
Destrukturierungsgrad [-]	1.67	1.36	1.60	1.46
Abschnitte Kochschinken [%]	1.0	2.1	1.1	0.6

Einfluss des Mästers, der Rasse und des Schlachthofs auf Destrukturierungen im Rohmaterial

- **Zwischen Mäster und Destrukturierungen konnte ein Zusammenhang nachgewiesen werden** *(Chi-Quadrat-Test)*
- **Kein signifikanter Zusammenhang zwischen Rasse und Betrieb mit Destrukturierungen im Rohmaterial** *(Chi-Quadrat-Test)*
- **Aufgrund der geringen Probenzahl sind diese Auswertungen jedoch mit Vorsicht zu interpretieren**

Schlussfolgerungen

1. **Destrukturierungen führen zu wirtschaftlich relevanten Verlusten bei der Kochschinken-produktion**
2. **Entstehung der Destrukturierungen bei tiefen früh-p.m. pH-Werten und hohen Temperaturen (PSE-Fleisch) im Zusammenspiel mit ungünstiger Schlachtkörperzusammensetzung**
3. **Aufschneiden der Stotzen 45 Min. p.m. vermag den Defekt in der Rohware zwar zu verhindern, ist aber keine praktikable Lösung!**

Schlussfolgerungen

4. Lange Nüchterung der Tiere reduziert Defekt, weil der früh-p.m. pH-Wert nicht extrem sinken kann
5. Verarbeitungstechnologie kann Defekt maskieren bzw. verschlimmern

Ausblick

- **Erarbeiten von Richtwerten zur Vorbereitung der Tiere (Nüchterung, Transport, Wartezeit)**
- **Optimierung der Schlachtkörperkühlung unter Berücksichtigung negativer Seiteneffekt (cold shortening, Farbveränderungen, DFD-Fleisch!)**
- **Einfluss der Genetik und Haltungssystem mit-einbeziehen (mehr Daten nötig)**
- **Technologische Faktoren**
- **Lancierung / Umsetzung eines Folge-Projektes über die KTI**

Dank

- *Prof. Dr. Caspar Wenk*
- *Dr. Ruedi Hadorn*
- *Dr. Martin Scheeder*
- *Labors für Blut- und Muskelanalytik bzw. Chemie, ALP Posieux*
- *Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP*
- *Hermann Herzer Stiftung*
- *ABZ Spiez*
- *div. Industriepartner*

Ende

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit