

X. Europäischer Kongreß der Fleischforschungsinstitute 1964
Roskilde

Aus dem Institut für Bakteriologie und Histologie der Bundes-
anstalt für Fleischforschung, Kulmbach
Direktor: Prof. Dr. W. Giske

Unterschiedliche Zusammensetzung und unter-
schiedliches Verhalten von Bindegewebe der
Schlachttiere

H. Linke und O. Fleischmann

Der Gehalt an Bindegewebe gilt als ein wesentliches Kriterium für die Qualitätsbeurteilung von Fleisch. Auf dem Gebiet der Fleischerzeugnisse sind anhand von Testmaterial und von Ergebnissen des Handels Grenzwerte für Bindegewebe zur Qualitätsbeurteilung von Roh- und Brühwürsten erarbeitet worden. Unabhängig davon liegen Arbeiten über den Bindegewebsgehalt im Ausgangsmaterial (Fleisch) vor. Wir selbst führen seit geraumer Zeit Untersuchungen an Schlachttierkörpern von Rind und Schwein durch, wobei wir den Anteil des Bindegewebes auf Teilstückbasis (DLG-Schnittführung) mittels chemischer (Hydroxyprolin, Leimstickstoff), enzymatischer (trypsinresistente Substanz) und histologischer (relatives Bindegewebsvolumen) Verfahren bestimmen. Im Rahmen dieser Untersuchungen interessierte uns die Frage, inwieweit sich das in seinem Aufbau unterschiedliche Bindegewebe eines Schlachttierkörpers der jeweiligen Analysenmethode gegenüberuniform verhält. Es ist bekannt, daß z. B. der Hydroxyprolingehalt des elastischen Gewebes wesentlich geringer ist als der des kollagenen Gewebes. Die Trypsinresistenz von Bindegewebe steht in Beziehung zur innerhalb des Bindegewebes durchaus nicht einheitlichen Faserstruktur. Das Volumen wird weitgehend durch den Quellungszustand bestimmt.

Analog den jeweiligen Bezugsgrößen der von uns herangezogenen Bestimmungsmethoden prüften wir daher den Anteil an Hydroxyprolin, an trypsinresistenter Substanz sowie das für die Histometrie bedeutsame Volumen von verschiedenen Bindegewebsarten bei jeweils 4 Rinder- und Schweineschlachttierkörpern. Als Stichprobe dienten das Ligamentum nuchae (Rind), der Tendo calcaneus (Rind, Schwein),

die lateral der Stammwurzel liegende Fascia lumb. dorsalis (Rind, Schwein), die in die *Mm. interspinales et supraspinales* einziehenden Sehnenplatten (Rind, Schwein), die Pleura (Rind, Schwein), die den *M. quadriceps* abdeckenden Aponeurosen (Rind, Schwein), sowie die Schwarte vom Rücken und von der Schulter des Schweines. Das Material wurde 24 Stunden nach der Schlachtung entnommen, sorgfältig von Muskelresten und Fett freipräpariert, in ca. 20 x 3 x 3 mm große Streifen (Schnittführung nach Möglichkeit entsprechend der Faserrichtung) bzw. in reiskorngroße Partikel geschnitten und gründlich in Äther ausgeschüttelt. Einer, besonders das Ergebnis der Volumenmessungen beeinflussenden Abtrocknung des Materials versuchten wir durch häufigen Aufenthalt in der feuchten Kammer (+ 3 °C) zu begegnen.

A. Volumen

Die sowohl an rohem als auch bei auf 90 °C für 30 Minuten erhitztem Material in geeichten Meßkolben bei + 25 °C vorgenommenen hydrostatischen Wägungen (durchschnittlich 9 Wägungen pro Probe) lassen unter Heranziehung statistischer Berechnungen (Differenzmethode, Varianzanalyse) erkennen, daß die von uns getesteten Bindegewebsarten unterschiedliche Volumina aufweisen. Aponeurose und Pleura demonstrieren dabei das größte Volumen

| Streuungsursache (Rind) | SQ | FG | MQ | F | σ^2 | % |
|---------------------------------------|---------------------|-----|----------|------------------------|------------|-------|
| Zwischen den Tieren | 0,0231 ³ | 3 | 0,007713 | 0,6271 | | |
| Zwischen den Bindegewebsarten | 0,2459 ⁷ | 20 | 0,012298 | 3,1272 ^{**} | 0,00046532 | 47,8 |
| Zwischen rohem und erhitztem Material | 0,094384 | 24 | 0,003933 | 47,9827 ^{***} | 0,00042695 | 43,8 |
| Rest | 0,031472 | 384 | 0,000082 | | 0,00008196 | 8,4 |
| Gesamt | 0,394963 | 431 | 0,000916 | | 0,00097423 | |
| Streuungsursache (Schwein) | SQ | FG | MQ | F | σ^2 | % |
| Zwischen den Tieren | 0,001913 | 3 | 0,000638 | 0,0004 | | |
| Zwischen den Bindegewebsarten | 0,299592 | 20 | 0,014980 | 3,2242 ^{**} | 0,000591 | 49,76 |
| Zwischen rohem und erhitztem Material | 0,111502 | 24 | 0,004696 | 88,1411 ^{**} | 0,000544 | 45,80 |
| Rest | 0,019609 | 372 | 0,000053 | | 0,000053 | 4,44 |
| Gesamt | 0,432606 | 419 | 0,001033 | | 0,001187 | |

Tabelle 1:

Volumen/g

| Rind (n=4) | Lig. nuchae | | Tendo calc. | | Fasc. lumbd. | | Infrasp. | erh. | Pleura | | Aponeuropa | | |
|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------------|-------------|-------------|
| | roh | erh. | roh | erh. | roh | erh. | roh | | roh | erh. | roh | erh. | |
| A | 0,89 843 | 0,90 583*** | 0,88 505 | 0,90 794*** | 0,87 335 | 0,91 789*** | 0,89 408 | 0,92 922*** | 0,99 788 | 0,93 128 | 0,93 331 | 0,93 499 | |
| B | 0,88 904 | 0,89 531*** | 0,88 620 | 0,90 622*** | 0,84 837 | 0,91 064*** | 0,87 279 | 0,92 099*** | 0,91 193 | 0,92 004 | 0,92 709 | 0,94 095 | |
| C | 0,89 345 | 0,91 150*** | 0,89 330 | 0,91 044*** | 0,88 579 | 0,92 471*** | 0,89 735 | 0,92 075*** | 0,92 748 | 0,93 238 | 0,93 665 | 0,97 190 | |
| D | 0,89 422 | 0,90 472 | 0,89 797 | 0,91 238 | 0,88 401 | 0,91 542 | 0,88 898 | 0,92 857 | 0,91 903 | 0,93 033 | 0,99 083 | 0,96 798 | |
| A/D (n=4) | X | 0,89 379 | 0,90 434*** | 0,89 044 | 0,90 932*** | 0,87 288 | 0,91 714*** | 0,88 815 | 0,92 477*** | 0,93 157 | 0,92 776 | 0,96 316 | 0,95 606 |
| A/B (n=2) | X | 0,89 374 | 0,90 058 | 0,88 563 | 0,90 712 | 0,86 086 | 0,91 407 | 0,88 287 | 0,92 489 | 0,94 058 | 0,92 454 | 0,92 956 | 0,93 871 |
| Veränd. geg. roh % | | + 0,54 | | + 1,30 | | + 6,18 | | + 4,76 | | - 1,71 | | - 0,98 | |
| C/D (n=2) | X | 0,89 383 | 0,90 811 | 0,89 551 | 0,91 141 | 0,88 490 | 0,92 006 | 0,89 317 | 0,92 465 | 0,92 255 | 0,93 121 | 0,98 881 | 0,96 994 |
| Veränd. geg. roh % | | + 1,60 | | + 1,78 | | + 3,97 | | + 3,52 | | + 0,94 | | - 1,91 | |
| Schwein (n=4) | Schwarte (Schulter) | | Tendo calc. | | Fasc. lumbd. | | Infrasp. | erh. | Pleura | | Schwarte (Rücken) | | |
| | roh | erh. | roh | erh. | roh | erh. | roh | | roh | erh. | roh | erh. | |
| A | 0,86 719 | 0,88 788*** | 0,88 581 | 0,91 279*** | 0,94 541 | 0,96 429*** | 0,87 636 | 0,94 608*** | 0,94 217 | 0,93 397 | 0,88 041 | 0,88 463*** | |
| B | 0,85 112 | 0,89 739*** | 0,88 496 | 0,91 090*** | 0,90 808 | 0,94 934*** | 0,87 864 | 0,94 633*** | 0,92 964 | 0,92 758 | 0,86 852 | 0,88 108*** | |
| C | 0,86 154 | 0,88 526*** | 0,88 069 | 0,90 839*** | 0,92 312 | 0,94 860*** | 0,86 931 | 0,94 022*** | 0,93 113 | 0,93 077 | 0,87 576 | 0,88 116*** | |
| D | 0,86 235 | 0,88 423 | 0,88 549 | 0,91 141 | 0,92 278 | 0,94 789 | 0,87 588 | 0,94 514 | 0,92 042 | 0,94 713 | 0,87 487 | 0,87 959 | |
| A/D (n=4) | \bar{x} | 0,86 055 | 0,88 869*** | 0,88 397 | 0,91 073*** | 0,92 468 | 0,95 223*** | 0,87 512 | 0,94 463*** | 0,93 344 | 0,94 034 | 0,87 466 | 0,88 161*** |
| Veränd. geg. roh % | | + 3,27 | | + 3,03 | | + 2,98 | | + 7,94 | | + 0,85 | | + 0,77 | |

*** Signifikanter Unterschied gegenüber vergleichbarem rohem Material

unter den geprüften Bindegewebsarten (s. Tab. 1). Beim Rind unterscheiden sich die Volumina von Lig. nuchae, Tendo calcaneus und der die Schulterblattmuskulatur einziehenden Sehnenplatten nicht wesentlich voneinander. In ihrer Struktur gehören diese 3 Arten zu denen mit dicht gelagertem, parallelem Faserverlauf. Die Fascia lumbodorsalis weist beim Rind das geringste Volumen auf, nicht dagegen beim Schwein, wo wir ein gegenüber dem Tendo calcaneus und den Schulterblattsehnen höheres Volumen bei dieser Bindegewebsart ermittelten. Bereits makroskopisch läßt sich diese Fascie vom Schwein durch ihren stärker aufgelockerten Charakter von der des Rindes unterscheiden. Die geringsten Volumina beim Schwein weisen die Schwarten auf, wobei die der Schulter stets noch unter denen der Rückenschwarte liegen ($P = 0,1\%$). Die Rückenschwarte ist bereits makroskopisch stärker durchsaftet und die von uns durchgeführten Wasserbestimmungen erbrachten bei ihr stets einen höheren Wassergehalt als bei der Schulterschwarte.

In einer Gegenüberstellung der Werte von Rind und Schwein läßt sich erkennen, daß das Volumen des Tendo calc. und das der Schulterblattsehnen (Infrasp.) beim Rind stets ($P = 0,1\%$) größer ist als beim Schwein. Die Volumina der Pleura unterscheiden sich nicht ($P = -$). Auf die makroskopischen Unterschiede der Fascia lumbodors., die beim Schwein ein höheres Volumen aufweist, wurde bereits hingewiesen. Insgesamt errechnet sich bei den vergleichbaren Bindegewebsarten ein geringfügig höheres Volumen beim Schwein, dessen Unterschied gegenüber dem des Rindes jedoch nicht abzusichern ist.

Eine Abhängigkeit des Volumens von dem Alter des Tieres konnten wir beim Rind beobachten. Das Material A und B wurde von 6 - 7 Jahren alten Kühen gewonnen, während das Material C und D von einjährigen Jungbullen stammte. Mit Ausnahme der Pleura wies das kollagene Bindegewebe der jüngeren Tiere ein größeres Volumen ($P = 0,1\%$) auf. Diese Beobachtung steht in Einklang mit der vielfach in der Literatur fixierten Abnahme der Quellbarkeit von Kollagen im Laufe der Alterung. Sie veranlaßt uns, vermehrt Schlachttierkörper jüngerer Tiere in die eingangs erwähnten Untersuchungen einzubeziehen. Bei dem vorwiegend aus elastischen Fasern bestehenden Lig. nuchae wie auch bei der Pleura erwiesen sich die

Unterschiede als rein zufällig ($P = -$).

Nach einer Erhitzung auf 90°C , die sich in vorausgegangenen Versuchen als die Temperaturstufe erwies, bei der die Quellung des Bindegewebes bei einem Überangebot von Wasser (Ag. dest.) am stärksten ausgeprägt ist, nimmt das Gas Volumen zu ($P = 0,1\%$). Lediglich bei der Pleura und bei der Aponeurose konnten signifikante Veränderungen im Volumen nicht ermittelt werden. Die Volumenzunahmen sind bei den einzelnen Bindegewebsarten unterschiedlich.

Interessant ist die Beobachtung, daß auch das Lig. nuchae eine, wenn auch schwach ausgeprägte Volumenzunahme durch die Erhitzung erfährt. Die stärkste Volumenzunahme beim Bindegewebe des Rindes trat bei der Fascia lumbodors. ($+ 4,43\%$) und den Schulterblattsehnenplatten (Infrasp.) ($4,13\%$) auf. Beim Schwein war das Bindegewebe aus dem Schulterblatt nach der Erhitzung am stärksten gequollen ($+ 7,94\%$). Schwarte von der Schulter, Tendo calcaneus sowie Fasc. lumbd. vergrößerten annähernd gleichsinnig ihr Volumen. Die originär bereits stärker durchsaftete Rückenschwarte zeigte dagegen nur eine Quellung von $0,77\%$ des Volumens nicht erhitzten Materials. Somit erlangt auch das in der Lebensmittelüberwachung von erhitzten Fleischerzeugnissen (z. B. Gulasch) häufig geübte Verfahren, von der Größe der im Erzeugnis vorliegenden Bindegewebspartikel direkt auf die Größe der verarbeiteten Bindegewebspartikel zu schließen, eine gewisse Fragwürdigkeit, da auf Grund unserer Untersuchungen gefolgert werden kann, daß bei gleicher originärer Partikelgröße eine bindegewebsartbedingte verschiedene Größe im Fleischerzeugnis resultiert.

Eine tierartenbedingte Tendenz in der Volumenveränderung nach der Erhitzung läßt sich nicht erkennen, da die Veränderungen der einzelnen vergleichbaren Bindegewebsarten innerhalb von Rind und Schwein unterschiedlich sind.

Hinsichtlich der altersbedingten Unterschiede beim Rind läßt sich aus den in Prozentzahlen ausgedrückten Volumenvergrößerungen zunächst keine altersbedingte Tendenz erkennen. Die Werte streuen

innerhalb der einzelnen Bindegewebsarten. Absolut gesehen sind die Volumenwerte des erhitzten Materials von jungen Tieren größer als die von älteren Kühen. Die bei der Absicherung der Unterschiede zwischen dem Material von jungen und älteren Tieren errechneten t-Werte sind jedoch bei dem erhitzten Material bedeutend tiefer als beim rohen Material. Da nun das Volumen jüngerer Tiere originär größer ist, kann bei gleichzeitig zwar noch signifikanter, aber doch geringerer Absicherung geschlossen werden, daß Bindegewebe von jüngeren Tieren im Durchschnitt nicht stärker quillt als das älterer Tiere. Das Ausgangsvolumen (originäres Bindegewebe) ist lediglich höher. Der vom Fleischerhandwerk vertretene Standpunkt, daß das zur Brühwurstherstellung bevorzugte Jungbullenfleisch beim Brühprozeß besonders stark quillt und somit höhere Kollagenvelumina bei der Histometrie von Brühwürsten verursacht, trifft auf Grund unserer Untersuchungen nicht zu. Die davon unabhängige Frage, ob der Bindegewebsgehalt in Schlachttierkörpern von jüngeren Tieren größer ist, bleibt, wie bereits angedeutet, bestehen.

B. Trypsinresistente Substanz

Die nach Schönberg und Lochmann bestimmte trypsinresistente Substanz ist bei den von uns herangezogenen Bindegewebsarten ebenfalls verschieden. Die höchsten Werte weisen die Schwarten sowie

| Streuungsursache (<u>Rind</u>) | SQ | FG | MQ | F |
|-------------------------------------|---------|-----|--------|-----------------------|
| Zwischen d. Bindegewebsarten | 1440,95 | 5 | 288,19 | 62,29 ^{***} |
| Innerhalb d. Bindegewebsarten | 527,46 | 114 | 4,63 | |
| Streuungsursache (<u>Schwein</u>) | SQ | FG | MQ | F |
| Zwischen d. Bindegewebsarten | 1359,40 | 5 | 271,88 | 115,20 ^{***} |
| Innerhalb d. Bindegewebsarten | 269,16 | 114 | 2,36 | |

der Tendo calcaneus bei Rind und Schwein auf (s. Tab. 2). Die im Volumen größere Rückenschwarte läßt dabei eine signifikant ($P = 0,1\%$) stärker ausgeprägte Trypsinresistenz erkennen.

Tabelle 2:

Trypsinresistente Substanz in %

| <u>Rind</u> (n=4) | | <u>Lig. nuchae</u> | <u>Tendo calc.</u> | <u>Fasc. lumbd.</u> | <u>Infrasp.</u> | <u>Pleura</u> | <u>Aponeurosa</u> |
|-------------------------|---|--------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|
| A | | 85,52 | 85,92 | 84,12 | 84,24 | 82,43 | 77,15 |
| B | | 85,71 | 85,33 | 85,25 | 82,92 | 73,74 | 79,39 |
| C | | 89,38 | 87,53 | 84,20 | 86,06 | 80,97 | 78,33 |
| D | | 89,35 | 89,09 | 86,98 | 86,04 | 79,63 | 80,58 |
| A/D (n=4) | X | <u>87,49</u> | <u>86,97</u> | <u>85,14</u> | <u>84,81</u> | <u>79,19</u> | <u>78,86</u> |
| A/B (n=2) | X | 85,61 | 85,63 | 84,69 | 83,58 | 78,09 | 78,27 |
| C/D (n=2) | X | 89,36 ^{***} | 88,31 ^{***} | 85,59 ⁻ | 86,05 ^{***} | 80,30 ⁻ | 79,45 ⁻ |
| <u>Schwein</u> (n=4) | | <u>Schwarte (Schulter)</u> | <u>Tendo calc.</u> | <u>Fasc. lumbd.</u> | <u>Infrasp.</u> | <u>Pleura</u> | <u>Schwarte (Rücken)</u> |
| A | | 86,70 | 86,80 | 80,32 | 83,68 | 76,68 | 89,07 |
| B | | 86,96 | 89,32 | 83,45 | 83,63 | 78,64 | 88,43 |
| C | | 86,98 | 86,11 | 79,51 | 85,29 | 80,74 | 88,14 |
| D | | 87,02 | 86,77 | 80,80 | 83,84 | 78,51 | 88,35 |
| X | | <u>87,01</u> | <u>87,25</u> | <u>81,02</u> | <u>84,11</u> | <u>78,64</u> | <u>88,50</u> |

*** gegenüber A/B abzusichern

Andererseits läßt sich bei der Aponeurose und der Pleura diese Tendenz zwischen Volumen und Trypsinresistenz nicht feststellen. Beide Bindegewebsarten mit großem Volumen verhalten sich dem Trypsin gegenüber weniger resistent als die übrigen Bindegewebsarten. Auch die Fascia lumbodorsalis, die beim Schwein ein hohes Volumen zeigt, fällt in ihrer Trypsinresistenz gegenüber der des Tendo calcaneus und der Schulterblattsehnen deutlich ab. Beim Rind, wo hinsichtlich des Volumens nicht so starke Unterschiede zwischen diesen 3 Bindegewebsarten bestehen, differieren auch die Werte für trypsinresistente Substanz nicht so stark.

Im Verhalten des Bindegewebes beider Tierarten untereinander sind nur geringe Differenzen zu erkennen. Die insgesamt beim Schwein etwas geringer ausgeprägte Trypsinresistenz läßt sich gerade noch statistisch absichern ($P = 5\%$). Das insgesamt bei den 4 vergleichbaren Bindegewebsarten etwas höhere Volumen beim Schwein ließ sich dagegen nicht mehr absichern. Der beobachteten Tendenz, daß die Höhe des Volumens und die der Trypsinresistenz einander indirekt proportional sind, fehlt also in diesem Falle die statistische Basis.

Diese Tendenz scheint auch bei der Alterung von Bindegewebe in vivo nicht zuzutreffen. Bei dem im Volumen höheren Bindegewebe jüngerer Rinder (C/D) wäre eine gegenüber den älteren Tieren schwächer ausgeprägte Trypsinresistenz der Rinder C und D zu erwarten. Es liegt jedoch die umgekehrte Tendenz vor, die sich bei Lig. nuchae, Tendo calcaneus und Schulterblattsehnen (Infraspinam) gut absichern läßt ($P = 0,1\%$).

Allgemein anerkannt ist die enge Beziehung zwischen dem Quellungs- zustand von kollagenem Bindegewebe und seiner Trypsinresistenz. Die vorliegenden Untersuchungen lassen andererseits erkennen, daß die Tendenzen im Volumen und in der Trypsinresistenz bei den einzelnen Bindegewebsarten nicht einheitlich korrespondieren. Daraus wäre der Schluß zu ziehen, daß das meßbare Volumen der einzelnen Bindegewebsarten nicht direkt mit dem artifiziell variierbaren Quellungs- zustand gleichgesetzt werden kann.

C. Hydroxyprolin

Der auf das Gesamteiweiß bezogene Hydroxyprolingehalt (Methode n. Möhler-Antenacopoulos) der einzelnen Bindegewebsarten ist wiederum unterschiedlich. Zwischen Rind und Schwein lassen sich bei den vergleichbaren Bindegewebsarten nur schwach abzusichern-

| Streuungsursache (<u>Rind</u>) | SQ | FG | MQ | F | der Un- terschie- de (P = 5 %) erkennen. Mit einer Ausnahme (Sehnen des |
|-------------------------------------|----------|----|---------|----------|---|
| Zwischen d. Bindegewebs- arten | 128,1224 | 5 | 25,6245 | 28,87*** | |
| Innerhalb d. Bindegewebs- arten | 15,9784 | 18 | 0,8877 | | |
| Streuungsursache (<u>Schwein</u>) | SQ | FG | MQ | F | |
| Zwischen d. Bindegewebs- arten | 9,0673 | 5 | 1,8135 | 5,599*** | |
| Innerhalb d. Bindegewebs- arten | 3,8870 | 12 | 0,3239 | | |

Schulterblattes) liegt der Hydroxyprolingehalt beim Rind etwas tiefer (Tab. 3). Den höchsten Gehalt an Hydroxyprolin fanden wir bei den Sehnenplatten der Schultermuskulatur (Infraspinam) und der Fascia lumbodorsalis bzw. den Aponeurosen. Der geringste Anteil lag, wie zu erwarten, im elastischen Gewebe (Lig. nuchae) vor. Die gegenüber der Rückenschwarte im Volumen und in der Trypsinresistenz geringere Schwarte der Schulter zeigte auch einen tieferen Hydroxyprolinwert. Bezieht man den Hydroxyprolinwert auf die Substanz, so zeigen sich annähernd die gleichen Tendenzen wie bei der Berechnung auf das Gesamteiweiß. Dies erlangt besondere Bedeutung bei der bereits bekannten Beobachtung, daß ^{der} Hydroxyprolingehalt im Alter zunimmt. Wenn auch das geringe Material eine statistische Absicherung der gefundenen Differenzen im Hydroxyprolingehalt der jüngeren (C/D) und älteren (A/B) Tiere nicht zuläßt, so zeichnet sich doch die Tendenz eines geringeren Hydroxyprolingehaltes bei den jüngeren Tieren (Jungbullen), die gleichzeitig ein höheres Volumen und eine stärker ausgebildete Trypsinresistenz ihres Bindegewebes aufweisen, ab. Wenn uns auch auf Grund unserer Untersuchungen die exakte Aussage über eine Verschiebung der Eiweißzusammensetzung (Änderung der Relation Hydroxyprolin : Gesamteiweiß) von Bindegewebe im Laufe der Alterung versagt bleibt, so dürfte doch eine diesbezügliche Vermutung bestehen bleiben. Über den Bindegewebsgehalt im Fleisch

Tabelle 3:

Hydroxyprolin in % (bezogen auf Gesamteiweiß)

| <u>Rind</u> (n=4) | <u>Lig. nuchae</u> | <u>Tendo calc.</u> | <u>Fasc. lumbd.</u> | <u>Infrasp.</u> | <u>Pleura</u> | <u>Aponeurosa</u> |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| A | 2,52 | 8,90 | 8,64 | 10,29 | 6,73 | 9,06 |
| B | 2,83 | 7,74 | 7,29 | 8,55 | 6,93 | 9,34 |
| C | 2,87 | 8,16 | 7,80 | 7,87 | 5,88 | 8,92 |
| D | 1,53 | 5,23 | 8,03 | 10,65 | 6,92 | 9,27 |
| A/D (n=4) | X <u>2,44</u> | <u>7,51</u> | <u>7,94</u> | <u>9,34</u> | <u>6,62</u> | <u>9,15</u> |
| A/B (n=2) | X 2,67 | 8,32 | 7,96 | 9,42 | 6,83 | 9,20 |
| C/D (n=2) | X 2,20 ⁻ | 6,69 ⁻ | 7,91 ⁻ | 9,26 ⁻ | 6,40 ⁻ | 9,09 ⁻ |
| <u>Schwein</u> (n=3) | <u>Schwarte</u> (Schulter) | <u>Tendo calc.</u> | <u>Fasc. lumbd.</u> | <u>Infrasp.</u> | <u>Pleura</u> | <u>Schwarte</u> (Rücken) |
| A | 6,64 | 7,54 | 8,81 | 8,22 | 7,16 | 8,07 |
| B | 5,48 | 7,75 | 8,82 | 8,37 | 7,72 | 8,63 |
| C | 7,17 | 7,82 | 7,70 | 8,23 | 6,36 | 7,56 |
| (n=3) | X <u>6,43</u> | <u>7,70</u> | <u>8,44</u> | <u>8,27</u> | <u>7,08</u> | <u>8,09</u> |

- gegenüber A/B nicht abzusichern

der bei jüngeren Tieren von der Mehrzahl der Autoren als höher angegeben wird, vermögen diese, auf die Zusammensetzung der einzelnen Bindegewebsarten zielenden Untersuchungen naturgemäß nichts auszusagen. Es verbleibt die Aussage, daß bei jüngeren Rindern trotz tieferen Hydroxyprolinegehaltes im Bindegewebe, letzteres gewöhnlich im Fleisch jüngerer Tiere zahlreicher vorzukommen scheint.

D. N-Gehalt

Bei diesen Untersuchungen gingen wir vor allem von der Überlegung aus, daß bei erhitzten Fleischwaren ein Teil des in Lösung gegangenen Eiweißes den Analysemethoden verlorengehen kann. Dies gilt in erster Linie für die histologische Präparation, wo aus dem Strukturverband getretenes Bindegewebsweiß entweder während der Aufarbeitung ausgewaschen werden kann oder mit dem ebenfalls aus dem Faserverband getretenen Muskelsweiß sog. Mischfarben bei der Tingierung mit Spezialfarbstoffen ergeben kann. Unsere eingangs geschilderten Untersuchungen über den Bindegewebsgehalt von Schlachttierkörpern führen wir zwar zunächst nur an zerkleinertem, rohem Fleisch durch, es ist aber geplant, diese auch auf Fleisch-erzeugnisse mit im Ausgangsmaterial definiertem Bindegewebsgehalt auszudehnen. Da uns neben der Ermittlung des Bindegewebsgehaltes im Fleisch bei diesen Untersuchungen vor allem die Beziehung der mit den einzelnen Methoden (histologisch, enzymatisch, chemisch) ermittelten Bindegewebswerte zueinander von Interesse ist, sind wir auch an der Kenntnis der verarbeitungsbedingten Änderung der Bezugswerte der einzelnen Methoden interessiert. Es darf in diesem Zusammenhang bemerkt werden, daß bei unseren bisherigen Untersuchungen zwischen Histometrie, Trypsinverdauungsmethode und Hydroxyprolinbestimmung eine gute Übereinstimmung, die sich in Korrelationskoeffizienten von $r = 0,96$ bis $0,98$ demonstriert, beobachtet werden konnte.

Wir untersuchten daher den Anteil von N, der nach einer Erhitzung der jeweiligen Bindegewebsart für 60 Min. auf 90°C (Material : Aq. dest. = 1 : 2) extrahiert werden konnte und setzten ihn zu dem im originären Material gefundenen N-Gehalt in Beziehung (Tab. 4). Unterschiede im N-Gehalt der einzelnen originären Bindegewebsarten.

Tabelle 4:

N-Gehalt in mg

| <u>Rind</u> (n=4) | <u>Lig. nuchae</u> | | | <u>Tendo calc.</u> | | | <u>Fasc. lumbd.</u> | | | <u>Infrasp.</u> | | | <u>Pleura</u> | | | <u>Aponeurosa</u> | | | |
|-------------------------|----------------------------|---------------|--------------|--------------------|---------------|--------------|---------------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|----------------|--------------|--------------------------|---------------|--------------|-------------|
| | in roh.M. | lösl. | % | in roh.M. | lösl. | % | in roh.M. | lösl. | % | in roh.M. | lösl. | % | in roh.M. | lösl. | % | in roh.M. | lösl. | % | |
| A | 7260,8 | 69,4 | 0,96 | 7299,2 | 54,0 | 0,74 | 7470,4 | 180,0 | 2,41 | 6860,8 | 122,0 | 1,78 | 12686,4 | 175,0 | 1,38 | 5406,4 | 70,0 | 1,29 | |
| B | 7553,6 | 71,2 | 0,94 | 10536,0 | 55,8 | 0,53 | 8833,6 | 184,6 | 2,09 | 7043,2 | 109,6 | 1,56 | 12166,4 | 366,0 | 3,01 | 6590,4 | 166,8 | 2,53 | |
| C | 6660,8 | 54,4 | 0,82 | 6190,4 | 341,4 | 5,51 | 6651,2 | 793,2 | 14,93 | 7272,0 | 10,4 | 0,14 | 10294,4 | 544,5 | 5,29 | 4800,0 | 418,4 | 8,72 | |
| D | 13891,2 | 45,8 | 0,33 | 9811,2 | 286,4 | 2,92 | 6955,2 | 755,8 | 10,87 | 7113,6 | 63,0 | 0,89 | 10852,8 | 116,5 | 1,07 | 4843,2 | 224,8 | 4,64 | |
| A/D | X | <u>8841,6</u> | <u>60,2</u> | <u>0,68</u> | <u>8459,2</u> | <u>184,4</u> | <u>2,18</u> | <u>7477,6</u> | <u>478,4</u> | <u>6,40</u> | <u>7072,4</u> | <u>76,3</u> | <u>1,08</u> | <u>11900,2</u> | <u>300,5</u> | <u>2,61</u> | <u>5410,0</u> | <u>220,0</u> | <u>4,07</u> |
| A/B (n=2) | \bar{x} | 7407,2 | 70,3 | 0,95 | 8917,6 | 54,9 | 0,64 | 8152,0 | 182,3 | 2,25 | 6952,0 | 115,8 | 1,67 | 12426,4 | 270,5 | 2,20 | 5998,4 | 118,4 | 1,91 |
| C/D (n=2) | \bar{x} | 10276,0 | 50,1 | 0,58 | 8000,8 | 313,9 | 4,22 | 6803,2 | 774,5 | 12,90 | 7192,8 | 36,7 | 0,52 | 10573,6 | 330,5 | 3,18 | 4821,6 | 321,6 | 6,68 |
| <u>Schwein</u> (n=3) | <u>Schwarte (Schulter)</u> | | | <u>Tendo calc.</u> | | | <u>Fasc. lumbd.</u> | | | <u>Infrasp.</u> | | | <u>Pleura</u> | | | <u>Schwarte (Rücken)</u> | | | |
| A | 7816,0 | 186,6 | 2,39 | 6664,0 | 270,0 | 4,05 | 5998,4 | 313,2 | 5,22 | 7752,0 | 376,8 | 4,86 | 9318,4 | 191,0 | 2,05 | 7404,8 | 141,8 | 1,91 | |
| B | 7984,0 | 242,6 | 3,04 | 7771,2 | 229,8 | 2,96 | 6764,8 | 322,6 | 4,92 | 8980,1 | 453,8 | 5,05 | 10062,4 | 309,5 | 3,08 | 7398,4 | 153,4 | 2,07 | |
| C | 7636,4 | 184,8 | 2,42 | 7401,6 | 264,0 | 3,57 | 6396,8 | 319,2 | 4,99 | 7902,4 | 391,2 | 4,95 | 9760,0 | 198,0 | 2,03 | 7064,0 | 168,2 | 2,38 | |
| (n=3) | X | <u>7812,8</u> | <u>204,7</u> | <u>2,62</u> | <u>7278,9</u> | <u>254,6</u> | <u>3,50</u> | <u>6386,7</u> | <u>318,3</u> | <u>4,98</u> | <u>8211,5</u> | <u>407,2</u> | <u>4,96</u> | <u>9713,6</u> | <u>232,8</u> | <u>2,40</u> | <u>7289,1</u> | <u>154,5</u> | <u>2,12</u> |

| Streuungsursache (<u>Rind</u>) | | SQ | FG | MQ | F |
|-------------------------------------|--|-----------|----|----------|---------------------|
| Zwischen d. Bindegewebsarten | | 83656514 | 5 | 16731303 | 5,405 ^{**} |
| Innerhalb d. Bindegewebsarten | | 55738772 | 18 | 3096598 | |
| Streuungsursache (<u>Schwein</u>) | | SQ | FG | MQ | F |
| Zwischen d. Bindegewebsarten | | 14308891 | 3 | 2861778 | 0,123 ⁻ |
| Innerhalb d. Bindegewebsarten | | 279536516 | 12 | 23294710 | |

sind nur beim Rind zu erkennen. Die Pleura enthält sowohl bei Rind als auch bei

Schwein den höchsten N-Gehalt. Die Aponeurosen beim Rind wiesen den tiefsten Wert auf.

Nach der Erhitzung fanden sich extrahierbare N-Werte von 0,68 % (Lig. nuchae) bis 6,40 % (Fasc. lumbd., Rd.) des N-Gehaltes im jeweiligen originären Bindegewebe. Die Unterschiede im extrahierbaren N-Gehalt zwischen den einzelnen Bindegewebsarten lassen sich beim Schwein wesentlich besser absichern (P = 0,1 %) als beim Rind (P = 5 %).

| Streuungsursache (<u>Rind</u>) | | SQ | FG | MQ | F |
|-------------------------------------|--|-----------|----|----------|-----------------------|
| Zwischen d. Bindegewebsarten | | 475382,43 | 5 | 95076,49 | 2,823 [*] |
| Innerhalb d. Bindegewebsarten | | 606317,97 | 18 | 33684,33 | |
| Streuungsursache (<u>Schwein</u>) | | SQ | FG | MQ | F |
| Zwischen d. Bindegewebsarten | | 120095,47 | 5 | 24019,09 | 18,371 ^{***} |
| Innerhalb d. Bindegewebsarten | | 15688,97 | 12 | 1307,41 | |

was zweifellos auf die altersbedingte Streuung innerhalb der einzelnen Bindegewebsarten

beim Rind zurückzuführen ist. Sowohl beim Rind als auch beim Schwein fand sich der höchste extrahierbare N-Anteil (bez. auf originäres Material) bei der Fascia lumbodorsalis (6,40 % bzw. 4,98 %). Aus der Schwarte ließ sich nach der Erhitzung ein geringerer Anteil extrahieren als bei dem Sehnenmaterial (Tendo calcaneus, Fasc. lumbd., Infrasp.), wobei die Rückenschwarte mit ihrem höheren Volumen und der stärker ausgeprägten Trypsinresistenz den geringeren Anteil an extrahierbarem N aufwies. Die Unterschiede lassen sich

allerdings statistisch noch nicht absichern. Gleichfalls nicht signifikant sind die Unterschiede zwischen Rind und Schwein in den vergleichbaren Chargen (Tendo calc., Fasc. lumbd., Infrasp., Pleura), was an der geringen Zahl der Werte liegen dürfte. Lediglich bei den Sehnen des Schulterblattes ist die Differenz so stark, daß sie sich trotz der geringen Freiheitsgrade noch absichern läßt ($P = 0,1 \%$). Bei einem einfachen Vergleich der Mittelwerte (\bar{x}) zeigen diese Sehnen (Infrasp.) sowie der Tendo calcaneus beim Schwein einen höheren Anteil extrahierbaren N-Gehaltes als die entsprechenden Bindegewebsarten des Rindes. Diese Beobachtung steht in Einklang mit dem rassenbedingten Unterschied bei der Ausbeute an Gelatine, die bei Rinderhäuten stets geringer ist als bei der Schweinehaut. Stellt man bei diesem einfachen Vergleich lediglich die bei den älteren Rindern gefundenen Werte denen des Schweines gegenüber, so trifft die Aussage, daß beim Schwein ein höherer Anteil extrahierbaren N-Gehaltes vorliegt, für alle vergleichbaren Chargen zu.

Die jüngeren Rinder (C/D) wiesen bis auf eine Ausnahme (Infrasp.) bei den Bindegewebsarten mit vorwiegend kollagenem Charakter einen höheren Anteil des extrahierbaren N-Gehaltes auf. Dagegen ist die Tendenz beim Lig. nuchae umgekehrt. Die Abnahme der Löslichkeit bei der Alterung von Kollagen in vivo ist eine bekannte Tatsache. Wir konnten beobachten, daß die altersbedingten Unterschiede bei dem Tendo calc., den Aponeurosen sowie der Fasc. lumbodorsalis am größten zu sein scheinen.

F. Schlußfolgerungen

1. Die herangezogenen Bindegewebsarten eines Schlachttierkörpers verhalten sich unterschiedlich hinsichtlich ihres Volumens, ihrer erhitungsbedingten Volumenveränderung, ihrer Trypsinresistenz, ihres Hydroxyprolinegehaltes, ihres Gesamtstickstoffes (Rind) sowie hinsichtlich des nach Erhitzung extrahierbaren Stickstoffanteiles (bezogen auf Stickstoff des originären Gewebes).
2. Zwischen Rind und Schwein bestehen nur geringgradig ausgeprägte Unterschiede in den vergleichbaren Bindegewebsarten.
3. Das Bindegewebe jüngerer Rinder weist gewöhnlich ein höheres

Volumen, eine stärker ausgeprägte Trypsinresistenz, einen geringeren Gehalt an Hydroxyprolin sowie einen höheren Anteil extrahierbaren Stickstoffes nach der Erhitzung auf.

4. Die hitzebedingte Volumenzunahme ist bei jüngeren Rindern nicht größer als bei älteren Rindern.
5. Zwischen dem Volumen, der Trypsinresistenz, dem Hydroxyprolin-gehalt und dem nach einer Erhitzung extrahierbaren Stickstoff bestehen bei dem insgesamt gesehenen Bindegewebe keine eindeutigen Beziehungen. Die Tendenzen sind bei den einzelnen Bindegewebsarten unterschiedlich.
6. Das differenzierte Verhalten der einzelnen Bindegewebsarten sowie die bei den einzelnen Bindegewebsarten beobachtete unterschiedliche Tendenz im Verhalten gegenüber den Bezugsgrößen der herangezogenen Analysemethoden scheinen keinen signifikanten Einfluß auf den Bindegewebsgehalt des Schlachtierkörpers zu haben, wie in größerem Umfang durchgeführte Untersuchungen an Schlachtrindern und -schweinen zeigen. Die Korrelationen zwischen den einzelnen Analysemethoden blieben bei letzteren Untersuchungen gleich gut ($r = 0,96$ bis $0,98$).

Zusammenfassung

Im Rahmen von Untersuchungen über den Bindegewebsgehalt in Schlachtierkörpern (Rind, Schwein) wurde geprüft, ob sich in ihrem Aufbau unterschiedliche Bindegewebsarten gegenüber den Bezugsgrößen der herangezogenen Analysemethoden (Histometrie, Trypsinverdauungsverfahren nach Schönberg und Lychmann, Hydroxyprolinbestimmung nach Möhler und Antonacopoulos) uniform verhalten. Als Stichprobe für innerhalb des Schlachtierkörpers unterschiedliche Bindegewebsarten dienten Ligamentum nuchae (Rind), Tendo calcaneus (Rind, Schwein), Fascia lumbodorsalis (Rind, Schwein), Sehnenplatten der Mm. infraspinam et supraspinam (Rind, Schwein), Pleura (Rind, Schwein), Aponeurosa des M. quadriceps (Rind) sowie Schwarten vom Rücken und von der Schulter des Schweines. Bei dem 24 Stunden nach der Schlachtung entnommenen, sorgfältig von Muskelresten und Fett freipräparierten, in Streifen bzw. in reiskorngroße Partikel geschnittenen Material von je 4 Schlachtrindern und -schweinen

wurde mittels hydrostatischer Wägungen das Volumen im originären und in erhitztem (30 Min. 90 °C, in überschüssigem Aq. dest.) Zustand der Gehalt an trypsinresistenter Substanz und an Hydroxyprolin, der Gesamt-Stickstoff sowie der nach einer Erhitzung auf 90 °C (60 Minuten) extrahierbare Stickstoff bestimmt.

Die untersuchten Bindegewebsarten eines Schlachttierkörpers verhalten sich unterschiedlich hinsichtlich ihres Volumens, ihrer hitzebedingten Volumenzunahme, ihres Hydroxyprolingehaltes sowie hinsichtlich des nach Erhitzung extrahierbaren Stickstoffanteiles. Zwischen den vergleichbaren Bindegewebschargen von Rind und Schwein bestehen nur geringgradig ausgeprägte Unterschiede. Das Bindegewebe jüngerer Rinder weist gewöhnlich ein höheres Volumen, eine stärker ausgeprägte Trypsinresistenz, einen geringeren Gehalt an Hydroxyprolin sowie einen höheren Anteil nach Erhitzung extrahierbaren Stickstoffes auf. Die hitzebedingte Volumenzunahme ist bei jüngeren Rindern nicht größer als bei älteren Rindern. Zwischen dem Volumen, der Trypsinresistenz, dem Hydroxyprolingehalt und dem nach einer Erhitzung extrahierbaren Stickstoff bestehen bei dem insgesamt gesehenen Bindegewebe keine eindeutigen Beziehungen.

Die Tendenzen sind innerhalb der einzelnen Bindegewebsarten unterschiedlich. Das differenzierte Verhalten der einzelnen Bindegewebsarten sowie die bei den verschiedenen Bindegewebstypen beobachteten unterschiedlichen Tendenzen im Verhalten den Bezugsgrößen der herangezogenen Analysemethoden gegenüber scheinen jedoch keinen signifikanten Einfluß auf den Gesamtbindegewebsgehalt des Schlachttierkörpers zu haben, wie die gleich-günstigen Korrelationen bei in größerem Umfang in unserer Anstalt durchgeführten Arbeiten über den Bindegewebsgehalt in Fleisch zeigen.

Investigations sur les différences concernant les tissus conjonctifs des animaux de boucherie

Résumé

Dans le cadre des investigations sur la teneur en tissu conjonctif des animaux de boucherie (bovidés et porcs), on a examiné l'influence de différentes sortes de tissus conjonctifs sur les résultats analytiques (histométrie, digestion tryptique selon Schönberg et Lochmann, teneur en hydroxyproline selon Möhler et Antonacopoulos

Les échantillons ont été les suivants: Ligamentum nuchae (boeuf), Tendo calcaneus (boeuf, porc), Fascia lumbodorsalis (boeuf, porc), Pleura (boeuf, porc), tendons du Mm. infraspinatus et supraspinatus (boeuf, porc), Aponeuroses du M. quadriceps (boeuf) et couennes de l'épaule et du dos de porc.

Les échantillons (4 boeufs et 4 porcs) prélevés 24 heures après l'abatage, soigneusement dégagés du tissu musculaire et des parties grasses, ont été coupés en morceaux d'une mesure à grains et soumis à une extraction étherique. Ensuite, on a mesuré leur volume de façon hydrostatique (en état natif et après un chauffage de 30 min. à 90 °C en eau excédante), on a déterminé la teneur en hydroxyproline, en azote total, la résistance à la digestion tryptique et la teneur en azote, extrait après un chauffage de 60 min. à 90 °C.

Les différents tissus conjonctifs ci-examinés se distinguent en leur volume en état natif, leur augmentation de volume par le traitement thermique, leur teneur en hydroxyproline et en azote, extrait après le chauffage. Il n'y a pourtant qu'une différence négligeable parmi les échantillons comparables du boeuf et du porc.

Le tissu conjonctif des jeunes animaux possède un volume supérieur, une résistance tryptique plus prononcée, une moindre teneur en hydroxyproline de même qu'une plus grande teneur en azote, extrait après le chauffage. L'augmentation de volume par le traitement thermique ne montre que des différences insignifiantes entre les animaux jeunes et âgés. On n'a pas trouvé des corrélations significatives dans le volume, la teneur en hydroxyproline, la résistance tryptique et la teneur en azote, extrait après le

chauffage. Les tendances ne diffèrent chez les échantillons de tissus conjonctifs.

Cependant, les bonnes corrélations parmi les différentes méthodes d'analyse concernant la teneur en tissu conjonctif, trouvées au cours de nos recherches, indiquent que le comportement variable de ces tissus et les différences en "tendances" (dosées par les méthodes analytiques ci-mentionnées) ne semblent pas influencer la teneur totale en tissu conjonctif des animaux de boucherie de façon considérable.