

Untersuchung von Einflußfaktoren auf die instrumentelle Texturprofilanalyse (TPA) von Fischerzeugnissen

2. Einfluß von Meßgeschwindigkeit und Kompression

Reinhard Schubring

Institut für Biochemie und Technologie der Bundesforschungsanstalt für Fischerei Hamburg, Palmaille 9, D-22767 Hamburg

Zusammenfassung

Aufgrund der an den verschiedenen Materialien Schaumgummi (SCH), Salzheringsfilet (SAF), Fischfarce ohne Zusatz erhitzt (SOZ) und Fischfarce nach Zusatz von Wasser und Kochsalz erhitzt (SMZ) durchgeführten Untersuchungen kann nur in bestimmten Bereichen eine direkte Beeinflussung einzelner Texturparameter durch die Meßgeschwindigkeit abgeleitet werden. So wurde deutlich, daß die Adhäsion von SAF sich umgekehrt zur Meßgeschwindigkeit verhält. Bei anderen Texturparametern lassen sich Trends überwiegend nur für eine der beiden untersuchten Kompressionen (40 oder 80 %) verdeutlichen (Zunahme der Härte, Gummiartigkeit und Kaubarkeit mit wachsender Meßgeschwindigkeit bzw. Abnahme der Elastizität). Es muß aber betont werden, daß die ermittelten Unterschiede zwischen den verschiedenen Meßgeschwindigkeiten in den meisten Fällen signifikant ($p < 0,05$) waren und somit die Forderung nach Standardisierung und Angabe der Meßbedingungen zum Zwecke der Vergleichbarkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Arbeiten unterstreichen. Eine allgemein gültige Abhängigkeit der Beeinflussung der verschiedenen Texturparameter unterschiedlicher Erzeugnisse durch die Meßgeschwindigkeit im Untersuchungsbereich von 0,4 – 2,4 mms^{-1} konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Summary

As a result of the investigation performed using different materials it can be noticed that only in some cases a direct influence of the given texture parameter by test speed was to be seen. Adhesiveness of salted herring fillet decreases when test speed increases. Other texture parameters show only tendencies mostly for one of the compressions investigated (40 % or 80 %), e.g. increase of hardness, gumminess and chewiness or decrease of springiness when test speed increases. However, it has to be pointed out that the differences between various test speeds were significant ($p < 0.05$) in most cases. This underlines the demand for standardisation and description of detailed measurement conditions to make possible a comparison of the results of different papers. On the other hand, it was impossible to show an overall valid dependence of the various texture parameters from test speed in the investigation range from 0.4 to 2.4 mms^{-1} .

1 Einleitung

Im 1. Teil des Beitrages zu Untersuchungen von Einflußfaktoren auf die instrumentelle Texturprofilanalyse von Fischerzeugnissen wurde bewertet, wie unterschiedliche Kompressionen im Bereich 10 bzw. 20–90 % die Ergebnisse der instrumentellen Bestimmung der Texturparameter Härte, Gummiartigkeit, Kaubarkeit, Kohäsion, Elastizität, Spannkraft und Adhäsion beeinflussen¹. In diesem Teil wird der Einfluß einer weiteren Variablen, der Meßgeschwindigkeit,

untersucht und bewertet. Die in Tabelle 2 des 1. Teils gegebene Übersicht über in der Literatur beschriebene Meßgeschwindigkeiten macht deutlich, daß diese in einem breiten Bereich variieren, und daß ihr Einfluß auf das Meßergebnis nur selten Gegenstand eingehender Betrachtungen war. Es wurde in diesem Zusammenhang festgestellt, daß die Auswahl der Meßgeschwindigkeit gewöhnlich zufällig erfolgt². Aus Untersuchungen des Bereichs der Meßgeschwindigkeiten von 3,3–16 mms^{-1} wurde die Empfehlung abgeleitet, als geeignete Meßgeschwindigkeit 3,3 mms^{-1} zu verwenden, ohne dieses jedoch näher zu begründen². Aus einer früheren Literaturlauswertung wird abgeleitet, daß die Meßgeschwindigkeiten überwiegend im Bereich zwischen 0,08 und 8 mms^{-1} liegen³. Bei älteren Meßgeräten ist zusätzlich die Vorschubgeschwindigkeit des Schreiberpapiers von Bedeutung, da dadurch Form und Größe der Kraft-Weg-Kurven beeinflußt werden. Eine Erhöhung der Vorschubs führt dabei zu einer Erhöhung der Präzision der Messungen von Kohäsion und Elastizität³. Da sich die Kompression, wie im 1. Teil dargestellt, auf das Meßergebnis der einzelnen Texturparameter z. T. erheblich auswirken kann, wurde neben der Geschwindigkeit auch die Kompression variiert.

2 Material und Methode

Der Einfluß der Meßgeschwindigkeit (test speed) wurde bei zwei unterschiedlichen Kompressionen (40 und 80 %) überprüft. Folgende Meßgeschwindigkeiten wurden untersucht: 0,4; 0,8; 1,6 und 2,4 mms^{-1} . Die im 1. Teil des Beitrags beschriebenen Untersuchungsmaterialien und restlichen Meßbedingungen wurden beibehalten¹.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Härte

Erwartungsgemäß finden sich unabhängig vom Untersuchungsmaterial eindeutige Härteunterschiede in Abhängigkeit von der vorgegebenen Kompression (strain) auf 40 bzw. 80 % (Abb. 1a–d). Beim Schaumstoff (SCH) ist bei einer Kompression auf 40 % kein Einfluß der untersuchten Meßgeschwindigkeiten zu erkennen. Bei Kompression auf 80 % führt nur die geringste Meßgeschwindigkeit zu signifikant ($p < 0,05$) verminderter Härte (Abb. 1a). Auch beim Salzheringsfilet (SAF) unterscheidet sich die Härte eindeutig zwischen beiden gewählten Kompressionen (Abb. 1b). Ein zusätzlicher signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) besteht auch zwischen den Geschwindigkeiten 0,4 und 1,6 mms^{-1} bei der Kompression auf 80 %. Bei den erhitzten Schellfischfarce

mit (SMZ) und ohne Zusätze (SOZ) bleibt sowohl bei Kompression auf 40 als auch auf 80 % die Härte nicht beeinflusst von der Meßgeschwindigkeit (Abb. 1c, d). Eine leichte Sonderstellung nimmt offenbar die Geschwindigkeit von 0,8 mms⁻¹ bei Verwendung einer Kompression auf 80 % ein. Ansonsten ist es bei dieser Kompression nicht eindeutig, ob die Härte mit zunehmender Meßgeschwindigkeit zunimmt oder nicht. Eine proportionale Zunahme der Härte erfolgt offensichtlich bei Kompression auf 40 %.

Bei Untersuchungen an Kamaboko, einem hochelastischen Fischgel, wurde dagegen eine Zunahme der Härte mit zunehmender Meßgeschwindigkeit gefunden und dieses als allgemein anerkannt bezeichnet⁴⁾. Dabei verstärkten jedoch nur Messungen bei erhöhten Temperaturen (37,5 und 50°C) die Unterschiede. Die bei Raumtemperatur durchgeführten Messungen ergaben nur eine Steigerung der Härte, gemessen bei 0,8 mms⁻¹, gegenüber der bei 0,2 mms⁻¹ ermittelten. Bei weiterer Erhöhung der Geschwindigkeit zeigten sich keine signifikanten Veränderungen. Für Käse wurde eine Zunahme der Härte proportional mit der Kompression und den untersuchten Meßgeschwindigkeiten (0,8, 3,3, 8,3 und 16,7 mms⁻¹) ermittelt²⁾. Bei Texturuntersuchungen an erhitzten Erzeugnissen aus Kabeljaufarce (Fischbuletten) wurde eine Beeinflussung (Zunahme) der Härte im Bereich der Meßgeschwindigkeiten von 0,16 und 0,8 mms⁻¹ nachgewiesen⁵⁾. Darüber hinaus konnte keine zusätzliche Erhöhung festgestellt werden. Da der Kauvorgang selbst bei hohen Schergeschwindigkeiten im Bereich um 25 mms⁻¹ stattfindet wurde empfohlen, eine Extrapolation der bei niedrigeren Geschwindigkeiten instrumentell gemessenen Scherfestigkeitswerte auf diesen Bereich vorzunehmen⁶⁾. In neuerer Zeit wurde an Erzeugnissen aus zerkleinertem Fleisch (Wurst in Form von Wienern und Salami) wie auch aus unzerkleinertem Fleisch (Corned beef) der Einfluß unterschiedlicher Meßgeschwindigkeiten (0,1, 0,2 und 0,3 mms⁻¹) untersucht⁷⁾. Alle Geschwindigkeiten lagen also unterhalb der hier verwendeten. Daher dürften auch direkte Vergleiche der Ergebnisse nicht möglich sein. Nur feinzerkleinerte Wursterzeugnisse wiesen eine signifikante Zunahme der Härte mit Erhöhung der Meßgeschwindigkeit auf. Die Härte des Corned beef unterlag zwar einer Beeinflussung durch die Meßgeschwindigkeit, es war jedoch kein eindeutiger Trend zu erkennen. Demgegenüber wurde die Härte der Salami nicht erkennbar beeinflusst.

3.2 Gummiartigkeit

Die Gummiartigkeit als Produkt aus Härte und Kohäsion ist eindeutig beeinflusst durch die verwendete Kompression (Abb. 2). Die Modellsubstanz (SCH) läßt eine annähernd lineare Zunahme der Gummiartigkeit mit zunehmender Meßgeschwindigkeit bei Kompression auf 80% erkennen (Abb. 2a). Bei Kamaboko wurde ein signifikanter proportionaler Einfluß der Meßgeschwindigkeit auf die Gummiartigkeit nachgewiesen⁴⁾. Dieser war bei geringeren Kompressionen stärker als bei größeren. Auch bei Untersuchungen

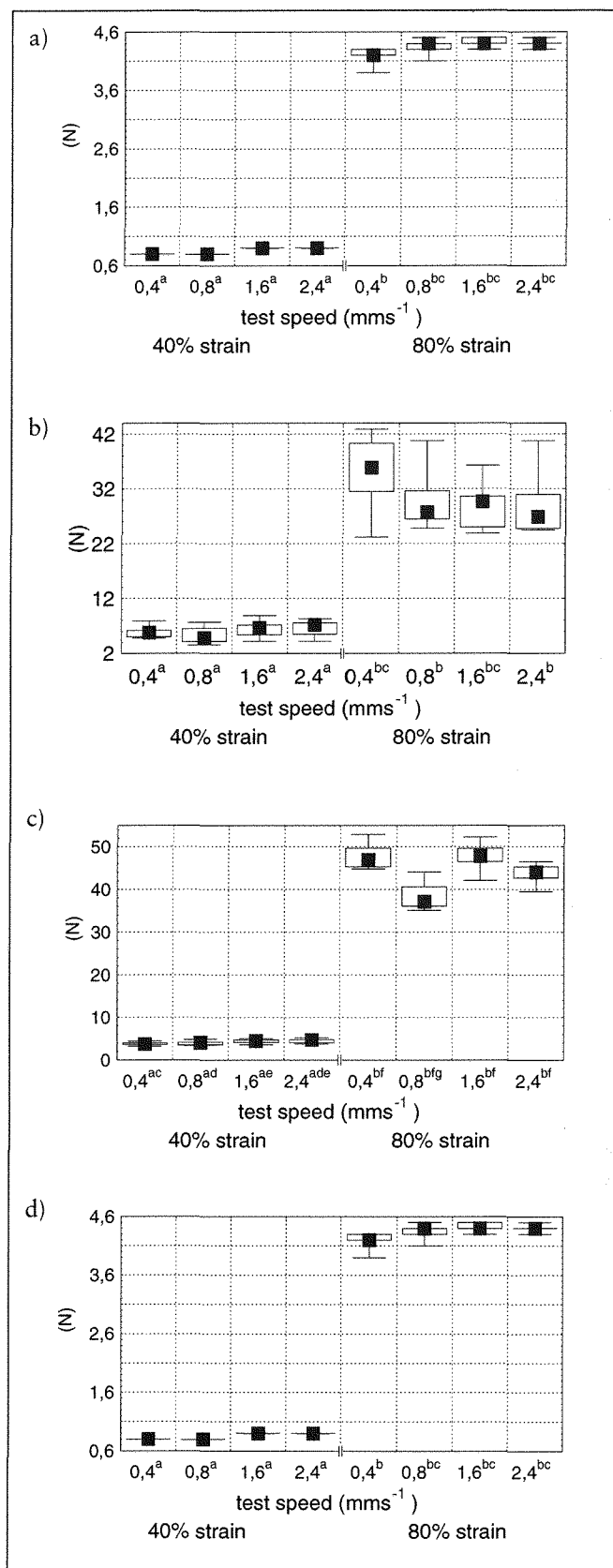


Abb. 1 Abhängigkeit der Härte von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SCH, b) SAF, c) SOZ, d) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

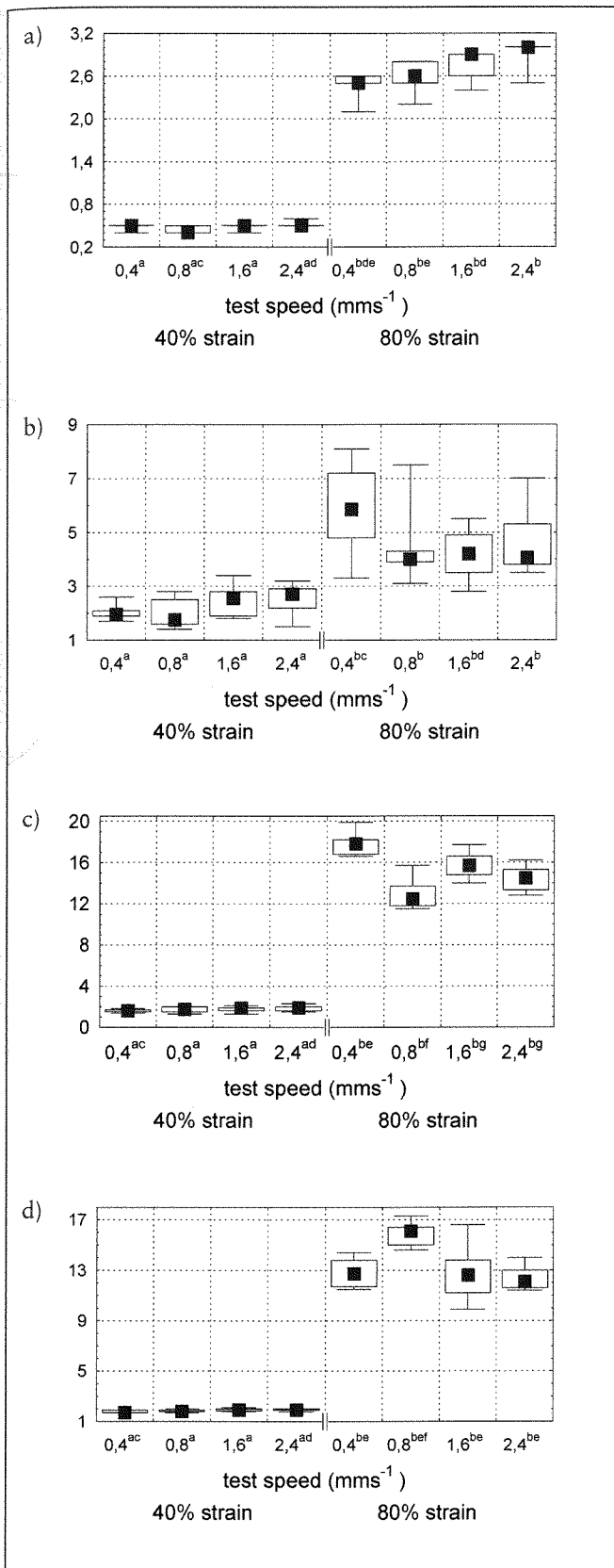


Abb. 2 Abhängigkeit der Gummiartigkeit von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SCH, b) SAF, c) SOZ, d) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

an Fleischerzeugnissen zeigt sich ein Einfluß der Meßgeschwindigkeit⁷⁾. Dieser war jedoch bei den unterschiedlichen Erzeugnissen verschieden. Hier ist dagegen der Einfluß der Meßgeschwindigkeit bei Kompression auf 40 % offenbar deutlich geringer. Die Gummiartigkeit von SAF unterliegt demgegenüber nur geringfügiger Beeinflussung durch die Meßgeschwindigkeit. Dieses wird nur bei Kompression auf 80 % sichtbar (Abb. 2 b). Auf die Gummiartigkeit der erhitzten Farcen hat die Meßgeschwindigkeit offenbar einen Einfluß, ohne daß sich eindeutige Tendenzen erkennen lassen (Abb. 2 c, d).

3.3 Kaubarkeit

Obwohl es, wie im 1. Teil des Beitrags¹⁾ dargelegt, nicht korrekt ist, neben der Gummiartigkeit auch die Kaubarkeit (Texturmerkmal fester Lebensmittel) zu bewerten, wurde dieses zur Bewertung des Einflusses der Meßgeschwindigkeit im vorliegenden Fall negiert.

Die Kaubarkeit von SCH wird wiederum deutlich durch die Kompression beeinflusst. Bei 40 % Kompression ist keinerlei Beeinflussung durch die Meßgeschwindigkeit sichtbar (Abb. 3a). Bei 80 % Kompression scheint die Kaubarkeit mit zunehmender Meßgeschwindigkeit tendenziell zuzunehmen. Derartige Tendenzen sind dagegen bei SAF nicht zu verzeichnen. Zwischen den Werten, die bei Kompressionen auf 40 bzw. 80 % ermittelt werden, bestehen nur noch selten signifikante Differenzen (Abb. 3b). Klare Trends hinsichtlich der Meßgeschwindigkeiten sind ebenfalls nicht ersichtlich. Auffällig sind die z. T. erheblichen Standardabweichungen der Meßwerte. Insofern unterscheidet sich dieses Meßergebnis an originärer Muskulatur deutlich von den Ergebnissen, die an den aus Farce hergestellten Produkten ermittelt wurden (Abb. 3c, d). Hier ist wieder eine eindeutige Abhängigkeit von der Kompression zu verzeichnen. Während unterschiedliche Geschwindigkeiten bei 40 % Kompression das Meßergebnis nicht beeinflussen, bewirkt bei Kompression auf 80 % die Zunahme der Meßgeschwindigkeit tendenziell, wenn auch offenbar nicht linear, eine Verringerung der Kaubarkeit. Nur die Kaubarkeit der Erzeugnisse aus grobzerkleinertem Fleisch (Salami) und des Corned beef wurde durch die Meßgeschwindigkeit beeinflusst, jedoch nicht die der Wiener. Deutliche Trends waren dabei aber nicht erkennbar⁷⁾.

3.4 Kohäsion

Eindeutige Unterschiede bezüglich der Beeinflussung der Kohäsion durch die Kompression sind nur bei SAF ersichtlich (Abb. 4b). Die Meßgeschwindigkeit beeinflusst dagegen das Ergebnis offensichtlich nicht. Bei SCH sind durch die Kompression bedingte Unterschiede, obzwar signifikant ($p < 0,05$), nicht so deutlich. Bei einer Kompression von 80 % läßt sich wiederum als Trend eine Zunahme der Kohäsion mit wachsender Geschwindigkeit ableiten (Abb. 4a). Für SOZ (Abb. 4c) und SMZ (Abb. 4d) werden kompressionsbedingte Unterschiede in der Kohäsion ersichtlich, jedoch

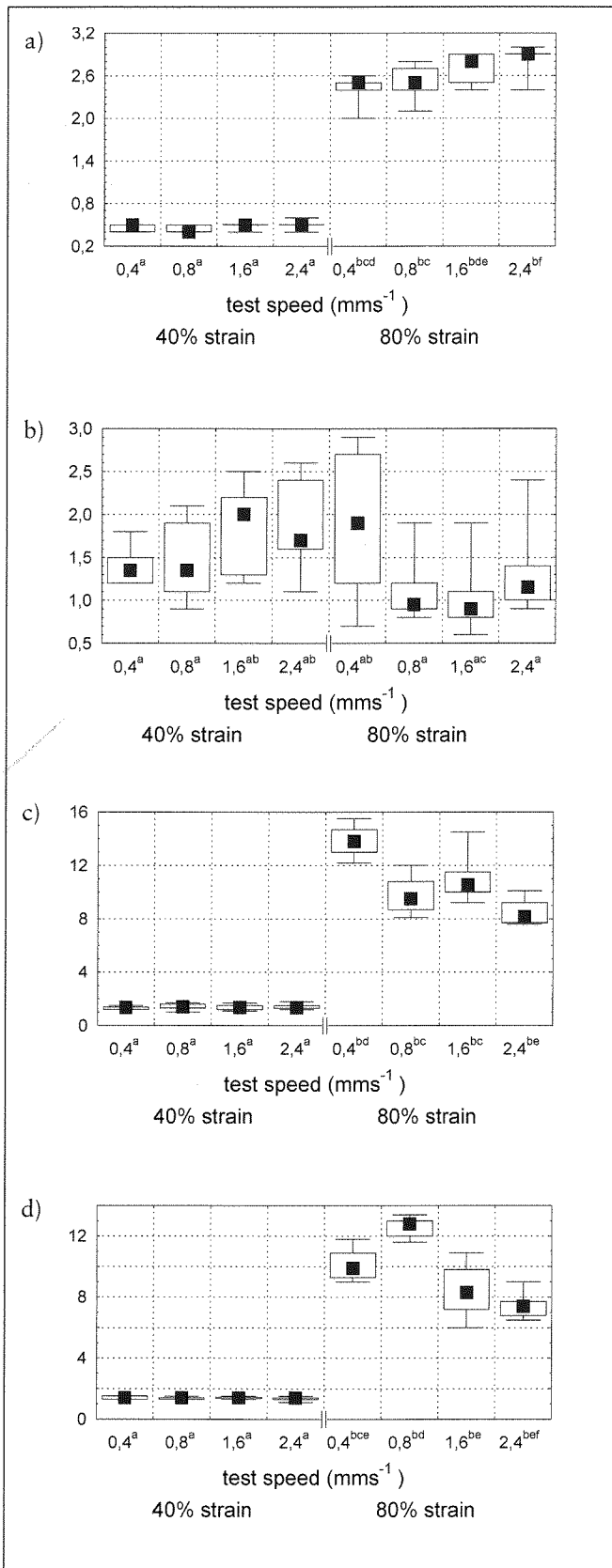


Abb. 3 Abhängigkeit der Kaubarkeit von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SCH, b) SAF, c) SOZ, d) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

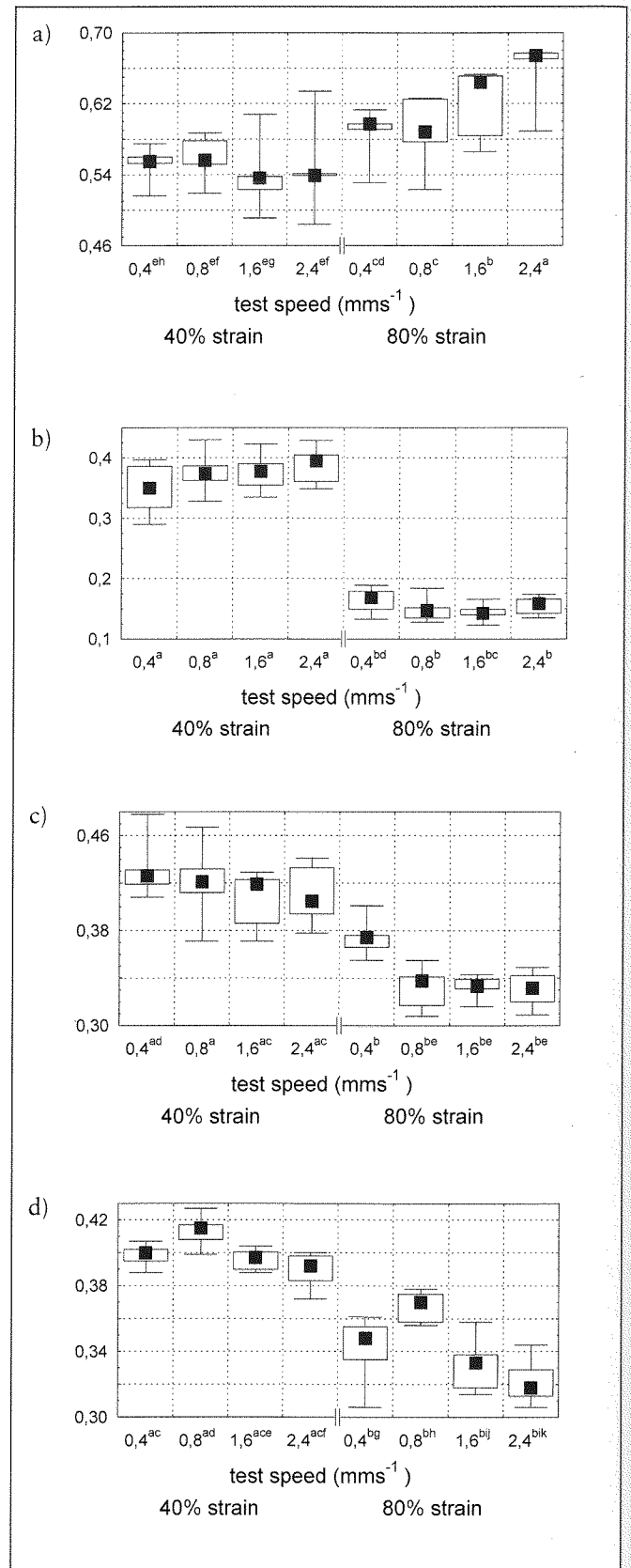


Abb. 4 Abhängigkeit der Kohäsion von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SCH, b) SAF, c) SOZ, d) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

keine eindeutigen Tendenzen hinsichtlich der Meßgeschwindigkeit. Als Trend läßt sich eine leichte Abnahme der Kohäsion mit zunehmender Geschwindigkeit postulieren. Gleiches wurde für Kamaboko ermittelt, unabhängig davon, ob die Proben auf 10, 50 oder 80 % komprimiert wurden⁴⁾. Bei Fleischerzeugnissen wurde dagegen nur die Kohäsion von Salami durch die Geschwindigkeit, wenn auch ohne klaren Trend, beeinflusst⁷⁾.

3.5 Elastizität

Die Elastizität des SCH zeigt sich fast völlig unbeeinflusst sowohl von der Kompression als auch von der Meßgeschwindigkeit (Abb. 5a). Der stark elastische Charakter der Modellschinken wird dadurch unterstrichen. Bei SAF ist nur der bekannte Einfluß der Kompression ersichtlich, die Meßgeschwindigkeit erscheint dagegen bedeutungslos (Abb. 5b). Bei den Erzeugnissen aus zerkleinertem Fischfleisch (Abb. 5 c, d) bewirkt dagegen zunehmende Meßgeschwindigkeit, weitgehend unabhängig von der Kompression, eine Verringerung der Elastizität. Nur bei den Erzeugnissen aus unzerkleinertem Fleisch konnte ein, wenn auch nicht eindeutiger, Einfluß auf die Elastizität nachgewiesen werden⁷⁾.

3.6 Spannkraft

Dieser erste elastische Eindruck, den die Probe vermittelt, wird sehr deutlich durch die verwendete Kompression beeinflusst (Abb. 6a–d). Obwohl auch signifikante Unterschiede zwischen den Meßgeschwindigkeiten zu verzeichnen sind, ist es schwierig, Trends zu erkennen. Bei originärer Muskulatur scheint möglicherweise mit zunehmender Geschwindigkeit auch eine Zunahme der Spannkraft einherzugehen (Abb. 6b). Bei SOZ (Abb. 6c) wird dagegen bei Kompression auf 40 % eine Verringerung der Spannkraft mit zunehmender Geschwindigkeit deutlich.

3.7 Adhäsion

Die Adhäsion, als Texturmerkmal bei den Untersuchungsproben generell nicht sehr stark ausgeprägt, ist in ihrer Beeinflussung durch die Geschwindigkeit in Abbildung 7a–c dargestellt. SCH weist keinerlei adhäsiven Charakter auf. Beim Salzhering (Abb. 7a) läßt sich mit zunehmender Geschwindigkeit eine Verringerung der Adhäsion feststellen, wobei erhöhte Kompression generell zu höheren Werten führt. Dieses Verhalten ist nicht ganz unerwartet, da die Adhäsion von der Verweildauer des Stempels auf der Probe, diese ist bei einer Geschwindigkeit von 0,4 mm s⁻¹ größer als bei höheren Geschwindigkeiten, begünstigt wird. Damit sollten sich die erhöhten Adhäsionen, die fast bei allen Proben bei der geringsten Geschwindigkeit nachgewiesen wurden, erklären lassen. Für die beiden anderen Proben (SOZ, SMZ), die generell eine geringere Adhäsion als SAF aufweisen, lassen sich die vorstehend diskutierten Abhängigkeiten nur bei der Kompression auf 40 % erkennen. Bei Kompression auf 80 % ist dagegen kein Einfluß der Geschwindigkeit sichtbar.

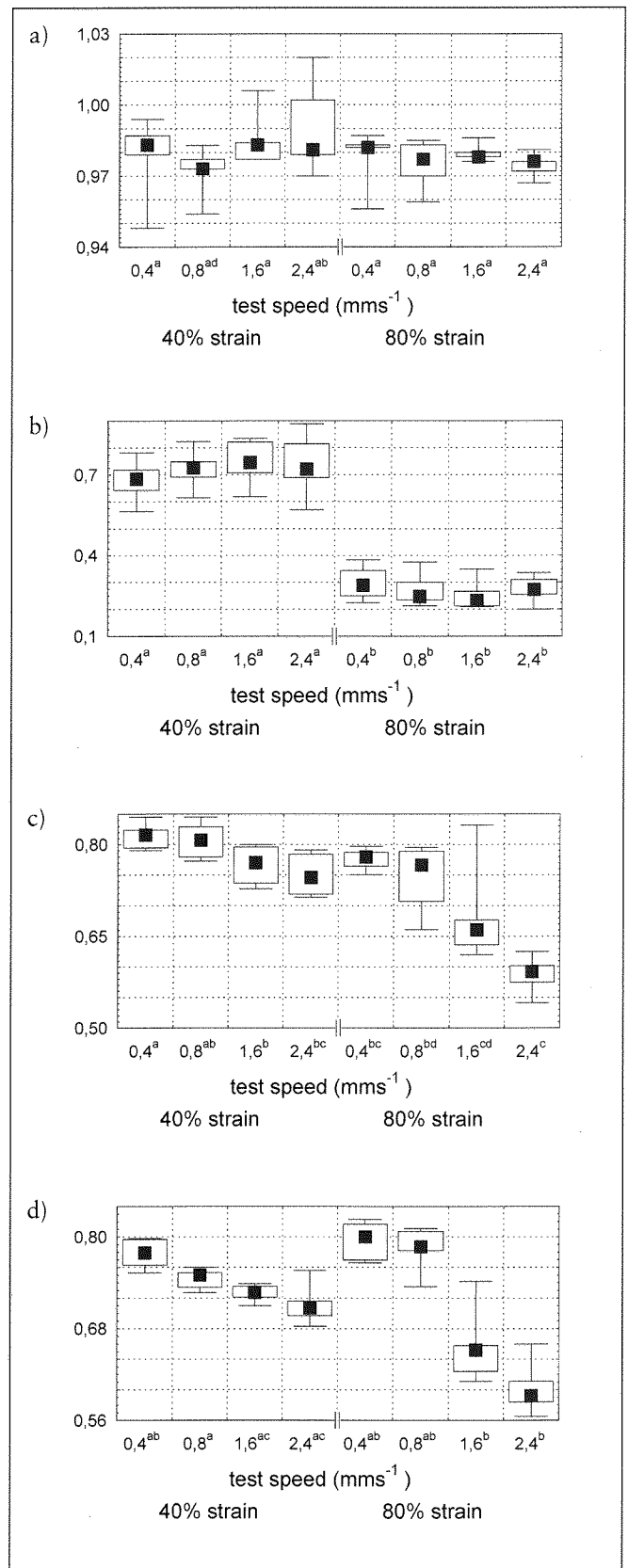


Abb. 5 Abhängigkeit der Elastizität von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SCH, b) SAF, c) SOZ, d) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

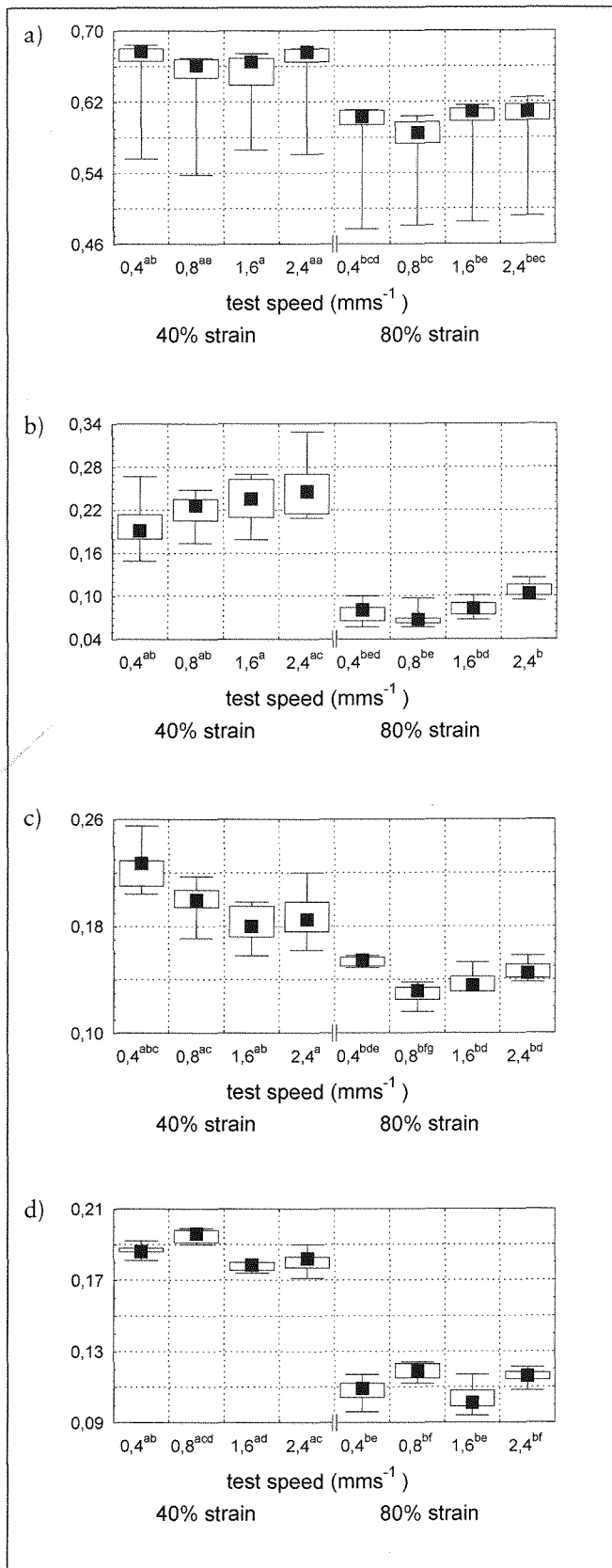


Abb. 6 Abhängigkeit der Spannkraft von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SCH, b) SAF, c) SOZ, d) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

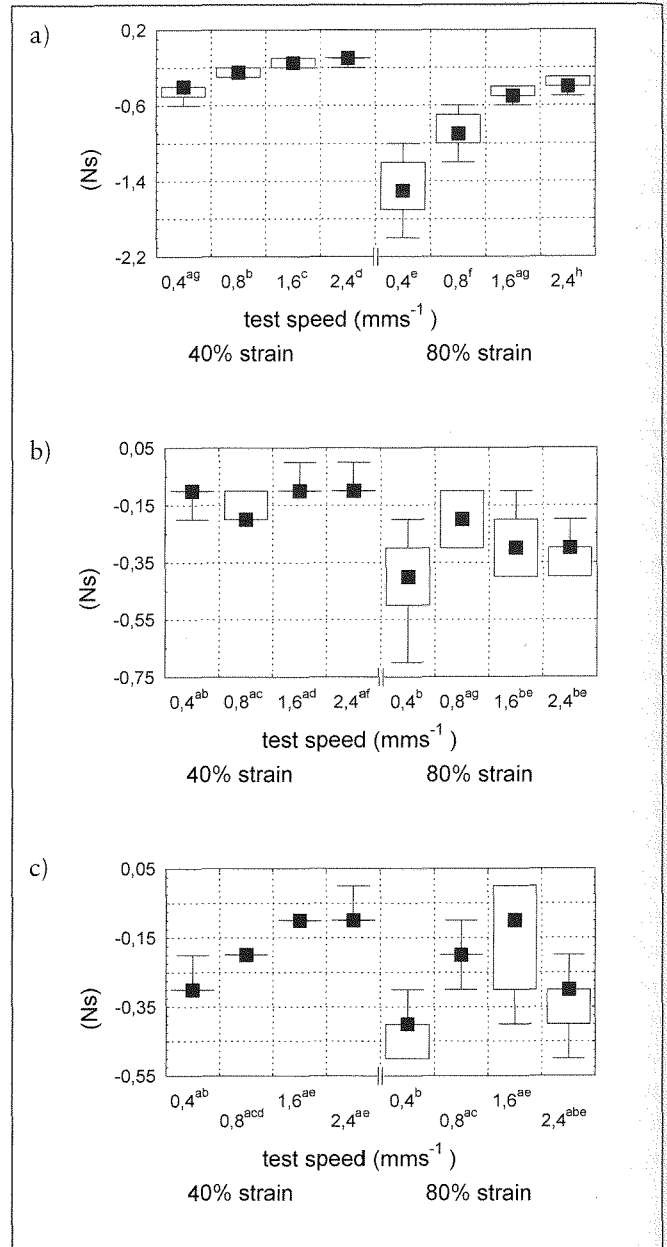


Abb. 7 Abhängigkeit der Adhäsion von Meßgeschwindigkeit und Kompression; a) SAF, b) SOZ, c) SMZ; (Medianwerte mit gleichen exponierten Buchstaben sind nicht signifikant ($p < 0,05$) unterschiedlich)

Literatur

- 1) Schubring, R.: Dtsch. Lebensm. Rundsch. **95**, 373–386(1999).
- 2) Shama, F. und P. Sherman: J. Texture Stud. **3**, 344–353 (1973).
- 3) Breene, W. M.: J. Texture Stud. **6**, 53–82 (1975).
- 4) Konstance, R. P.: J. Food Sci. **56**, 1287–1291 (1991).
- 5) Knudsen, L. B., T. Børresen und J. Nielsen: J. Texture Stud. **18**, 261–271 (1987).
- 6) Voisey, P. W.: J. Texture Stud. **6**, 253–257 (1975).
- 7) Mittal, G. S., R. Nadulski, S. Barbut und S. C. Negi: Food Res. Int. **25**, 411–417 (1992).