

Die RAPD-Technik, bei der die PCR mit einem unspezifischen Primer durchgeführt wird, wurde zur Identifizierung von *A. japonica*, *A. australis* und *A. bicolor* eingesetzt (Takagi und Taniguchi 1995). Die hierbei beobachtete intra-spezifische Variabilität der RAPD-Muster läßt diese Methode für die Lebensmittelanalytik, bei der in der Regel Einzelproben beurteilt werden müssen, als nicht sehr geeignet erscheinen.

LITERATUR

- Aoyama, J.; Tsukamoto, K.: Evolution of the freshwater eels. *Naturwissenschaften* 84: 17-21, 1997.
- Aoyama, J.; Kobayashi, T.; Tsukamoto, K.: Phylogeny of eels suggested by mitochondrial DNA sequences. *Nippon Suisan Gakkaishi* 62: 370-375, 1996.
- Aoyama, J.; Nishida, M.; Tsukamoto, K.: Molecular phylogenetic approach to the evolution of the freshwater eels, *Anguilla*. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*: 44 (1), 2-10, 1997.
- Mackie, I.M.: Authenticity of fish. In: *Food Authentication* (Hrsg.: Ashurst, P.R.; Dennis, M.J.). Blackie Academic and Professional, London, 140-170, 1996.
- Meyer, R.; Höfelein, C.; Lüthy, J.; Candrian, U.: Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism analysis: a simple

- method for species identification in food. *J. AOAC Intern.*: 78, 1542-1551, 1995.
- Rehbein, H.: Electrophoretic techniques for species identification of fishery products. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 191: 1-10, 1990.
- Rehbein, H.; Etienne, M.; Jerome, M.; Hattula, T.; Knudsen, L.B.; Jessen, F.; Luten, J.B.; Bouquet, W.; Mackie, I.M.; Ritchie, A.H.; Martin, R.; Mendes, R.: Influence of variation in methodology on the reliability of the isoelectric focusing method of fish species identification. *Food Chem.* 52: 193-197, 1995.
- Rehbein, H.; Kress, G.; Schmidt, T.: Application of PCR-SSCP to species identification of fishery products. *J. Sci. Food Agric.*: 74, 35-41, 1997.
- Sang, T.-K.; Chang, H.-Y.; Chen, C.-T.; Hui, C.-F.: Population structure of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Mol. Biol. Evol.*: 11, 250-260, 1994.
- Tagliavini, J.; Gandolfi, G.; Deiana, A.M.; Salvadori, S.: Phylogenetic relationships among two Atlantic and three Indo-Pacific *Anguilla* species (Osteichthyes, Anguillidae). *Ital J. Zool.*: 271-276, 1996.
- Tagliavini, J.; Harrison, I.J.; Gandolfi, G.: Discrimination between *Anguilla anguilla* and *A. rostrata* by polymerase chain reaction - restriction fragment length polymorphism analysis. *J. Fish Biol.* 47: 741-743, 1995.
- Takagi, M.; Taniguchi, N.: Random amplified polymorphic DNA (RAPD) for identification of three species of *Anguilla*, *A. japonica*, *A. australis*, and *A. bicolor*. *Fisheries Science* 61: 884-885, 1995.

Vergleichende Texturuntersuchungen an Filets von Kliesche (*Limanda limanda*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*) in Abhängigkeit von Eislagerzeit *post mortem*, TK-Lagerung und Erhitzen

Reinhard Schubring und Werner Münkner, Institut für Biochemie und Technologie

Instrumentelle Texturuntersuchungen wurden mittels Textur-Profil-Analyse an Kliesche und Scholle durchgeführt, wobei als Texturparameter die Härte, Gummiartigkeit, Kaubarkeit, Elastizität, Kohäsion und Adhäsion bewertet wurden. Die Filets beider Fischarten wurden dazu aus tiefgefrorener, ausgenommener und geköpfter Ware ohne Schwanz und Flossensaum (aoKoSoFs) nach 9, 23 und 34wöchiger Gefrierlagerung hergestellt und sowohl im rohen Zustand nach dem Auftauen als auch nach dem Erhitzen in einem Mikrowellenofen untersucht. Das Tiefgefrieren der aoKoSoFs-Ware an Bord erfolgte sowohl fangfrisch als auch nach 6tägiger Eislagerung. Beide Fischarten sind in ihren Texturparametern vergleichbar. Die Festigkeit der erhitzten Kliesche ist im Vergleich zur Scholle leicht erhöht. Dagegen zeigen alle anderen Parameter eine recht gute Übereinstimmung. Während sich die Härte der Kliesche beim Erhitzen erhöht, verringert sie sich bei der Scholle im Vergleich zum aufgetauten Filet. Dieses war der einzige signifikante Unterschied zwischen beiden Fischarten während des Erhitzens. Besonders deutlich sind bei beiden Fischarten die Zunahme von Adhäsion und Kohäsion während des Erhitzens. Veränderungen infolge der Eislagerung sind offensichtlich nur tendenziell. Die TK-Lagerung bewirkt dagegen bei beiden Fischarten eine deutliche Abnahme der Adhäsion der erhitzten Filets.

Einleitung

Die Kliesche - eine von der deutschen fischverarbeitenden Industrie bisher wenig genutzte Fischart - steht in jüngster Zeit im Blickpunkt wissenschaftlichen Interesses. Unsere Untersuchungen verfolgten das Ziel, die Qualität von Filets eisgelagerter Kliesche (Münkner

und Oehlenschläger 1997) oder von unterschiedlichen Erzeugnissen (Rehbein 1997), die aus an Bord ausgenommenen und tiefgefrorenen Klieschen hergestellt wurden, zu bewerten. In beiden Fällen wurde die Scholle als Vergleichsfischart einbezogen. Im Ergebnis kamen die Untersucher zu dem Schluß, daß die Qualität von

Kliescheerzeugnissen durchaus mit der analoger, aus Scholle hergestellter, Erzeugnisse verglichen werden kann. Signifikante Qualitätsunterschiede während der Eislagerung von Kliesche und Scholle waren nicht festzustellen. Ein genereller Mangel, der möglicherweise eine breitere Nutzung dieser Fischart beeinträchtigt, war die geringe Größe der gefangenen Exemplare, die im Bereich der zulässigen Mindestgröße von 23 cm lagen und damit einer ökonomisch effektiven maschinellen Filetierung entgegenstanden.

Während vergleichende Qualitätsbewertungen von Kliesche und Scholle bisher überwiegend auf organoleptischen Untersuchungen basierten, wurden zur weiteren wissenschaftlichen Durchdringung vergleichende instrumentelle Untersuchungen einzelner Texturparameter durchgeführt und deren Beeinflussung durch Vorlagerung, Tiefgefrierlagerzeit und thermische Garung verfolgt. Johnson *et al.* (1981) ermittelten an im Wasserbad erhitzten Fischfilets verschiedener Arten eine signifikante Korrelation zwischen den sensorisch bestimmten Texturparametern Härte, Kaubarkeit und Faserigkeit und der instrumentell bestimmten maximalen Scherkraft. Nach Chamberlain *et al.* (1993) waren die Ergebnisse der sensorischen Texturbewertung zwar signifikant mit denen der instrumentellen Untersuchung zur Bestimmung der Zähigkeit korreliert, jedoch geringer reproduzierbar als letztere. Als instrumentelle Methode wurde die Textur-Profil-Analyse (TPA) verwendet. Diese hat nach Bourne (1978) den Weg für ein besseres und umfassenderes Verständnis der Textureigenschaften von Lebensmitteln eröffnet, wobei der wesentliche Beitrag dieser Methode darin zu sehen ist, daß sie die Textur als eine zusammengesetzte und nicht als durch ein einzelnes Attribut charakterisierte Eigenschaft von Lebensmitteln versteht. Durch die TPA ist es somit möglich, die Veränderungen jedes der verschiedenen Texturattribute im Ergebnis von Variationen in der Zusammensetzung der Erzeugnisse oder der Technologie zu verfolgen. Szczesniak (1963) zählt die TPA zu den „imitative tests“, die instrumentell versuchen, die Bedingungen nachzuahmen, denen ein Lebensmittel im Mund oder auf dem Teller unterworfen ist. In neuester Zeit bildet die TPA zunehmend eine Basis für umfangreiche Untersuchungen im Rahmen von Erzeugnisentwicklungen und bewährt sich als sehr geeignete Methode zur Untersuchung der Textur (Smith 1995).

Material und Methoden

Die für die Untersuchungen verwendeten Fische wurden während der 181. Reise des FFS „Walther Herwig III“ im Bereich der mittleren Nordsee (5° E, 57° N) im Februar 1997 gefangen. Die Rohware wurde, wie von Münkner und Oehlenschläger (1997) beschrieben, zu aoKoSoFs-Ware (ausgenommen, ohne Kopf, ohne

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung (%) von Klieschen- und Schollenfilets (n=10)
Proximate composition of fillets from dab and plaice

Fischart	Rohprotein	Fett	Wasser	Asche
Kliesche	18,3	1,5	79,5	1,4
Scholle	18,4	1,5	79,3	1,4

Schwanz, ohne Flossensaum) aufbereitet, auf Eis gelagert und entweder fangfrisch oder nach 6 Tagen tiefgefroren. Die chemische Zusammensetzung ist Tabelle 1 zu entnehmen. Nach definierten Zeitpunkten der Tiefgefrierlagerung (TK-Lagerung) bei -20 °C wurde die aoKoSoFs-Ware bei 4 °C über einen Zeitraum von 24 Stunden temperiert, anschließend filetiert und enthäutet. Die Filets wurden längs der Mittellinie geteilt. Eine Hälfte wurde zur Texturuntersuchung im unbehandelten Zustand verwendet, während die andere in einem Mikrowellengerät bei 600W thermisch (2-3 min) gegart wurde. Die instrumentelle Texturbestimmung erfolgte durch Textur-Profil-Analyse (TPA) mit einem Texture Analyser TA.XT2 (Stable Micro Systems, Haslemere, England) unter Anwendung einer doppel-

Comparison of the textures of fillets from dab (*Limanda limanda*) and plaice (*Pleuronectes platessa*) post mortem ice storage in correlations to frozen storage, and heating

Instrumental investigations of texture have been performed using texture profile analysis. The following textural parameters have been assessed: hardness, gumminess, chewiness, springiness, cohesiveness and adhesiveness. The fillets of both species have been prepared from deep frozen headed and gutted raw material without fins after frozen storage of 0, 23 and 34 weeks, respectively. Deep freezing of fishes has been performed on board immediately after hauling or after 6 day's storage in ice. Before texture measurement the raw material has been thawed and the measurement was carried out on both thawed and microwave-heated fillets. In general, it can be concluded that both fish species are comparable in their texture parameters. The hardness of heated dab has been slightly higher comparing with that one of plaice. All other texture parameters showed a fairly good conformity between both species. While the hardness of dab increased during heating, it was decreasing in plaice. This was the only one significant difference between both fishes during heating. Adhesiveness as well as cohesiveness increased remarkably during heating. Changes effected by ice storage were only slight. Frozen storage, in contrast, caused a significant decrease of adhesiveness measured after heating the fillets of both species.

ten Kompression der Prüflinge auf 80 % mit einer Meßgeschwindigkeit von $0,8 \text{ mm s}^{-1}$ nach der von Schubring (1997) beschriebenen Verfahrensweise. Die Prüflinge ($\varnothing 1,5 \text{ cm}$) wurden mittels Korkborer hergestellt. Die Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit STATISTICA, StatSoft, Tulsa, USA.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse verdeutlichen sowohl den Einfluß, dem die untersuchten Texturparameter während der Eislagerung *post mortem* unterliegen als auch den Effekt unterschiedlich langer Gefrierlagerung, jeweils an aufgetauten und gekochten Filets bestimmt. Der Einfluß einer sechstägigen Eislagerung vor dem Tiefgefrieren wird dem Einfrieren fangfrischer Ware gegenübergestellt und gleichzeitig der Effekt einer längeren Gefrierlagerung anhand der Probenahme zu unterschiedlichen Zeitpunkten (nach 9, 23 und 34 Wochen Lagerzeit des Gefrierungsgutes) überprüft. Während diese Variablen für jede der beiden untersuchten Arten sowohl an temperiertem als auch thermisch behandeltem Probenmaterial getrennt ausgewertet werden, erfolgt eine direkte Gegenüberstellung von Kliesche und Scholle anhand der für den Verbraucher relevanten Texturuntersuchungen an thermisch gegarten Filets.

Kliesche

Bei Bewertung der Beeinflussung des Parameters „Härte“ (Abb. 1) fällt auf, daß die Härte der gegarten Filets (G1-G3) generell größer ist als die der aufgetauten (R1-R3). Alle Unterschiede sind dabei signifikant ($p < 0,05$).

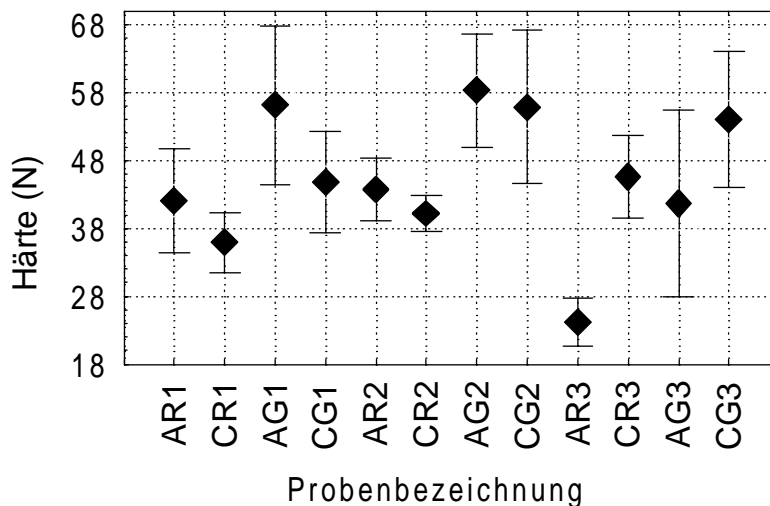


Abb. 1: Härte (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Klieschefilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Hardness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) dab fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C- after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

Nach Tülsner (1994) ist das Erhitzen generell mit Denaturierung und Koagulation der Proteine verbunden, die zu einer Härtung des Fischmuskels führen. Wirkungen, die durch Kollagenabbau, endogene Enzyme und Fettanteil bedingt sind, können dabei den vorgenannten Mechanismus überlagern. Segars und Johnson (1986) untersuchten mittels „Natick punch and die test cell“ den zum Durchstoßen von Kabeljaufilets durch eine kreisförmige Öffnung mittels zylindrischem Stempel erforderlichen Druck in Abhängigkeit von Gar-temperatur und pH-Wert und fanden diesen um das 2,5fache ($50 \text{ }^\circ\text{C}$), 1,2fache ($70 \text{ }^\circ\text{C}$) bzw. 1,6fache ($80 \text{ }^\circ\text{C}$) gegenüber dem rohen Fisch erhöht. Noch deutlicher war der Einfluß des pH-Wertes, dessen Veränderung von $>6,5$ auf $6,2$ eine Druckerhöhung um das 3,1fache bedingte. Für die Erhöhung der Festigkeit wird die thermisch bedingte Gelierung der Muskelproteine verantwortlich gemacht. Die Unstetigkeiten im Bereich zwischen $60\text{-}70 \text{ }^\circ\text{C}$ bewirkt dagegen ein enzymatisch bedingter Proteinabbau. Untersuchungen zum Einfluß der Gefrierlagerungstemperatur auf die Qualität von Dorschfilets durch Le Blanc *et al.* (1988), bei denen Texturveränderungen mittels „Instron“-Texturmeßgerät unter Verwendung einer Kramer-Scherzelle an aufgetauten und gekochten Proben verfolgt wurden, zeigten dagegen eine andersartige Beeinflussung der Textur durch die thermische Behandlung. Die zum Scheren erforderliche Kraft war danach bei den rohen Filets deutlich größer als bei den gekochten. Dies spiegelt wider, daß durch den nahezu vollständigen Kollagenabbau während der Erhitzung die originäre Muskulatur in Myomeren oder Faserbündel zerfällt. Dadurch wird eine Weichheit vorgetäuscht, obwohl die Fasern eine große Härte besitzen können (Tülsner 1994).

Während der ersten beiden Probenahmen nach 9 bzw. 23 Wochen TK-Lagerung hat sich der Trend (die Unterschiede sind bis auf den zwischen AR1 und CR1 nicht signifikant) abgezeichnet, daß die Härte der aus fangfrisch eingefrorener aoKoSoFs-Ware hergestellten Filets größer ist, als die aus der nach 6 Tagen in Eis gelagerten und anschließend tiefgefrorenen Ware. Nach 34wöchiger TK-Lagerung kehrt sich dieses um. Die hier zu verzeichnenden Unterschiede sind in beiden Fällen signifikant ($p < 0,05$). Für dieses abweichende Verhalten bietet sich keine Erklärung an. Kamoun und Culioli (1988) fanden, daß sich die Bruchfestigkeit bei Erhitzungstemperaturen um $65 \text{ }^\circ\text{C}$ *post rigor* im Vergleich zum Verhalten *in rigor* deutlich verringerte.

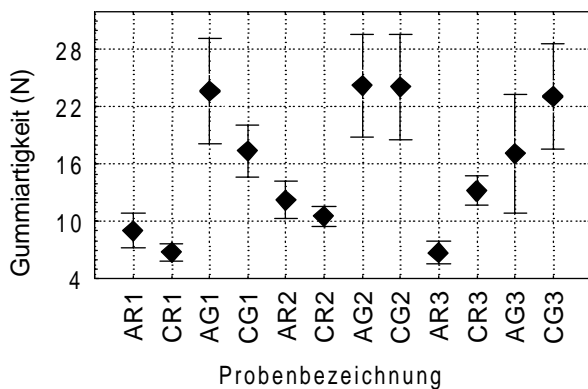


Abb. 2: Gummiartigkeit (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Kliescheifilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Gumminess (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) dab fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

Vergleichbare Einflüsse sind offensichtlich auch bei den Texturparametern Gummiartigkeit und Kaubarkeit zu verzeichnen. Dieses ist nicht verwunderlich, da die Gummiartigkeit als Produkt aus Härte und Kohäsion und die Kaubarkeit als Produkt von Härte, Kohäsion und Elastizität resultiert. Die Gummiartigkeit (Abb. 2) aller gegarten Erzeugnisse ist signifikant ($p < 0,05$) größer als die der aufgetauten. Auch hier kehrt sich der Trend, daß die aus fangfrischer Ware hergestellten Filets sowohl im rohen als auch im gegarten Zustand gummiartiger sind als die aus eisgelagerter Ware, in der 34. Untersuchungswoche in das Gegenteil um. Bis auf den Unterschied zwischen AG2 und CG2 sind hier jedoch

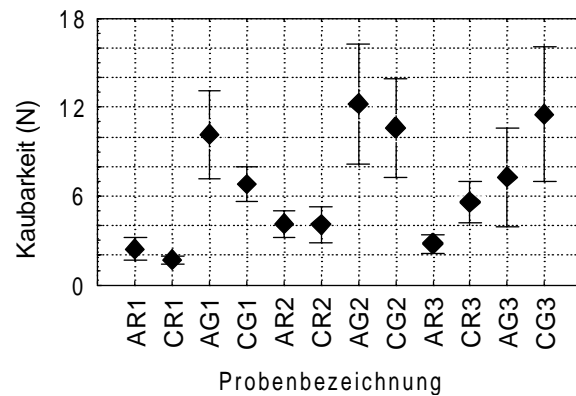


Abb. 3: Kaubarkeit (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Kliescheifilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Chewiness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) dab fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

alle anderen Unterschiede signifikant ($p < 0,05$). Gleiches wie für die Gummiartigkeit gilt prinzipiell auch für die Kaubarkeit (Abb. 3), mit der Abweichung, daß die Unterschiede zwischen AR2 und CR2 bzw. AG2 und CG2 nicht signifikant sind.

Bei Untersuchung der Textur roher und gegarter Filets aus Lumb (*Brosme brosme*) und yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) durch Bestimmung eines Kompressions-Deformations-Moduls mittels uniaxialer Kompression fanden Feinstein und Buck (1984) für die gekochten Proben generell erhöhte Moduli im Vergleich zu den rohen.

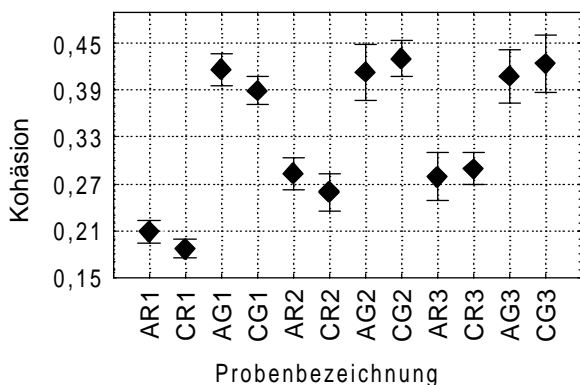


Abb. 4: Kohäsion (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Kliescheifilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Cohesiveness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) dab fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

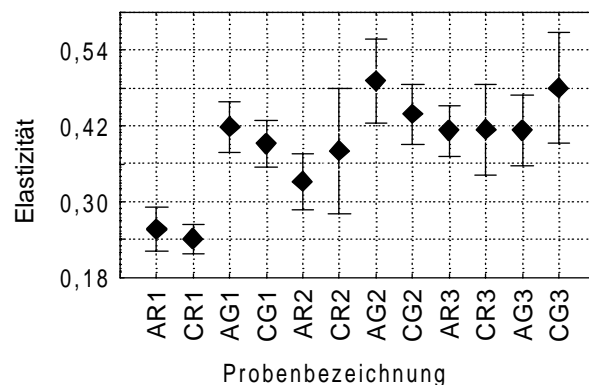


Abb. 5: Elastizität (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Kliescheifilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Springiness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) dab fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

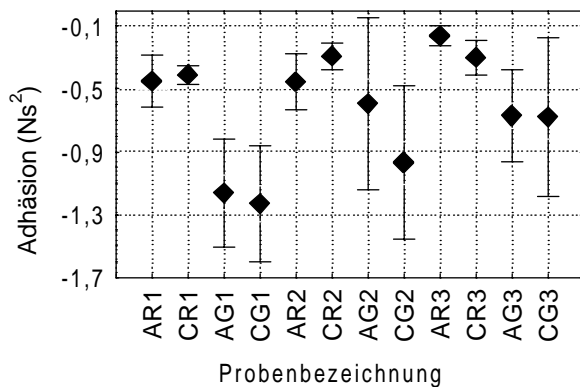


Abb. 6: Adhäsion (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Klieschefilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Adhesiveness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) dab fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

Die Kohäsion (Abb. 4) wird ganz offensichtlich durch den Garvorgang beeinflusst. Sämtliche erhitzten Proben weisen im Vergleich zu den aufgetauten Proben eine deutlich größere Kohäsion auf, d.h., der innere Zusammenhalt des Erzeugnisses wird durch das Erhitzen verstärkt. Bhattacharya *et al.* (1993) fanden beim Erhitzen von Keta-Lachs in Wasser im Temperaturbereich 60-100 °C, daß die Kohäsion im Gegensatz zur Härte, Kaubarkeit und Elastizität nahezu unbeeinflusst zunahm. Mit zunehmender Dauer der TK-Lagerung verringern sich offensichtlich die durch die Eislagerung bedingten Einflüsse, denn nur die Unterschiede zwischen AR1 und CR1 bzw. AG1 und CG1 sind signifikant ($p < 0,05$).

Die Unterschiede in der Elastizität (Abb. 5) zwischen rohen und erhitzten Proben verringern sich offenbar mit zunehmender Dauer der TK-Lagerung bei gleichzeitiger Zunahme der Absolutwerte. So sind AR1 und CR1 deutlich geringer elastisch und von den anderen Mustern verschieden ($p < 0,05$). Alle anderen Proben unterscheiden sich dagegen mehrheitlich nicht signifikant voneinander (Ausnahme: AG2) und es wird deutlich, daß die Eislagerzeit *post mortem* keinen entscheidenden Einfluß ausübt.

Dagegen beinhaltet das Erhitzen generell eine Zunahme der Adhäsion der Erzeugnisse (Abb. 6). Diese ist bis auf den Unterschied zwischen AR2 und AG2 in allen Fällen signifikant ($p < 0,05$). Zunehmende Gefrierlagerung scheint dabei sowohl in den aufgetauten als auch in den erhitzten Filets tendenziell eine Abnahme der Adhäsion zu bewirken. Einflüsse der Eislagerung sind nicht signifikant. Auffällig ist die starke Zunahme der Standardabweichung der Meßwerte an den thermisch gegarteten Mustern. Diese wird wahr-

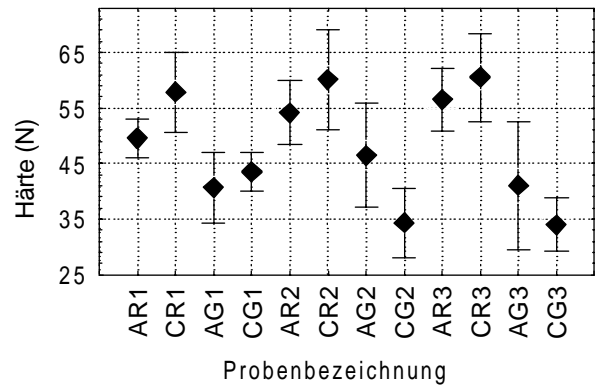


Abb. 7: Härte (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Schollenfilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Hardness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) plaice fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

scheinlich durch einen unterschiedlich starken Austritt wasserlöslicher Eiweiße, die eine Kleberfunktion besitzen, während des Garens verursacht. Das Texturmerkmal Adhäsion und ihre Veränderungen durch technologische Einflüsse scheinen nach vorliegenden Kenntnissen bisher kaum Gegenstand von Untersuchungen gewesen zu sein.

Scholle

Die Härte des Schollenfilets wird im Gegensatz zur Kliesche überraschenderweise durch die thermische Behandlung im Vergleich zum aufgetauten Filet reduziert (Abb. 7). Diese Verringerung ist bis auf den Unterschied zwischen AR2 und AG2 signifikant ($p < 0,05$). Während die Dauer der TK-Lagerung offensichtlich keinen entscheidenden Einfluß ausübt, ist als Trend zu verzeichnen, daß die Härte von aufgetautem Filet generell nach sechstägiger Lagerung der Rohware in Eis vor dem Tiefgefrieren leicht zunimmt. Signifikant ist dieser Unterschied jedoch nur zwischen AR1 und CR1, also nach kurzzeitiger TK-Lagerung. Umgekehrt sind die Verhältnisse nach dem Garen. Mit zunehmender TK-Lagerung wird tendenziell eine leichte Erweichung beobachtet, wobei die Filets, die aus nach sechstägiger Eislagerung gefrorener aoKoSoFs-Ware hergestellt wurden, überwiegend weicher sind als die aus fangfrisch tiefgefrorener. Signifikant ($p < 0,05$) ist dieser Unterschied jedoch nur zwischen AG2 und CG2. Andersen *et al.* (1997) ermittelten durch Kompressionsmessungen, daß Regenbogenforelle während 11tägiger Eislagerung weicher und weniger zäh wurde. Ein weichmachender Effekt des Kochens wurde von Johnson *et al.* (1980) festgestellt. Sie berechneten aus den bei der Kompression ermittelten Daten einen Deformations-

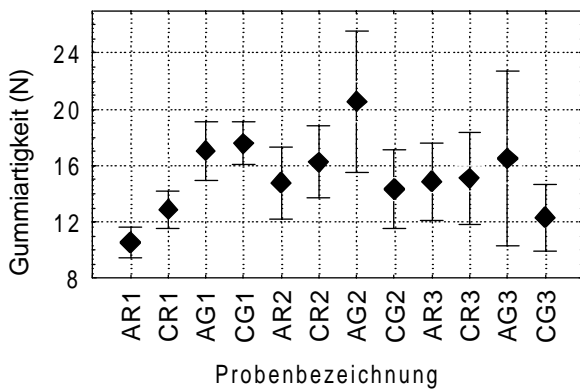


Abb. 8: Gummiartigkeit (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Schollenfilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen
Gumminess (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) plaice fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

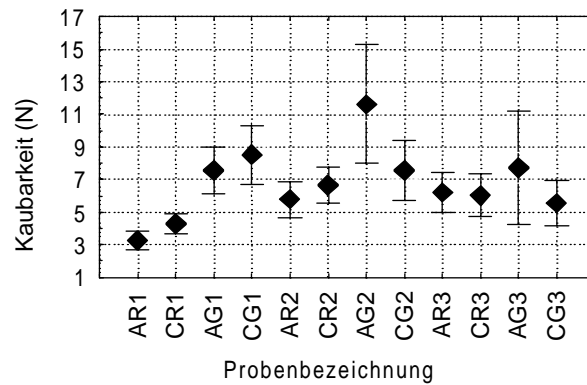


Abb.9: Kaubarkeit (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Schollenfilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen
Chewiness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) plaice fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

modul, der den Widerstand des Materials gegenüber deformierender Belastung ausdrückt. Diese Moduli sind beim gekochten Filet überwiegend größer im Vergleich zum rohen Material. Interessant war auch, daß sich die Form der stress-vs-strain-Kurven nach einem linearen Bereich zu Beginn der Deformation in einen konkav-aufwärts (roh) bzw. konkav-abwärts (gekocht) gerichteten Verlauf veränderte und somit die Unterschiede in der Wasserbindung von rohem und denaturiertem Muskel demonstrierte. Auch Borderias *et al.* (1983) stellten beim Vergleich der Textur von rohem und gekochtem Filet mit instrumentellen Methoden fest, daß das Kochen zwar überwiegend eine Zunahme der Festigkeit oder Härte bedingt, aber das Erhitzen in Abhängigkeit von der Fischart auch mit einer Verringerung dieses Texturparameters verbunden war. Signifikante Korrelationen zwischen ihren instrumentellen Daten und den Ergebnissen der sensorischen Texturbewertung konnten sie bei Filet im Gegensatz zur Farce nicht ermitteln. Demgegenüber berichteten Sawyer *et al.* (1984) über eine ausgeprägte Korrelation ($r = 0,86$ bzw. $0,84$) zwischen sensorischen (Härte und Kaubarkeit) und instrumentellen (maximale Scherkraft) Daten. Offensichtlich ist das mechanische Verhalten von gekochtem Fleisch schwierig zu verstehen und zu interpretieren, da das Kochen seine Kompressibilität beeinflusst (Lepetit and Culioli 1994). Bei Untersuchungen zum Bruchverhalten von erhitzter Muskulatur fand Purslow (1985), daß die Zerreißkraft parallel zur Faserrichtung mehr als das Zehnfache der quer zur Faserrichtung erforderlichen betrug. Diese Anisotropie ist das Ergebnis der Struktur des Gewebes, wobei quer zur Faserrichtung das größtenteils gelatinierte perimysiale Bindegewebe eine geringe Bruchfestigkeit aufweist, während zum Bruch der Muskelfasern und des endomysialen Bindegewebes in

Längsrichtung weitaus höhere Kräfte erforderlich sind. Dieses Verhalten ist bei Fischmuskel durch die teilweise ausgeprägte Verschiebbarkeit der Muskelsegmente (flakiness) offensichtlich.

Die Unterschiede in Gummiartigkeit (Abb. 8) und Kaubarkeit (Abb. 9) scheinen insbesondere zwischen nicht erhitzten und erhitzten, fangfrisch eingefrorenen Mustern im ersten Abschnitt der Gefrierlagerung prononciert, wobei die gegarten Muster jeweils höhere Werte aufweisen. Nach längerer TK-Lagerung erfolgt offensichtlich eine Angleichung dieser Texturmerkmale sowohl hinsichtlich des Einflusses der Eislagerung als auch bezüglich der thermischen Behandlung. Die Muster der Veränderungen für Gummiartigkeit und Kaubarkeit zeigen dabei große Übereinstimmung.

Der innere Zusammenhalt der Erzeugnisse, die Kohäsion, weist wiederum deutliche Unterschiede zwischen den aufgetauten und erhitzten Proben auf. Letztere sind deutlich kohäsiver (Abb. 10). Dagegen sind die Einflüsse der Eislagerung nicht und die der TK-Lagerung überwiegend nicht signifikant (Ausnahmen: AR1/CR1 und AG3/CG3).

Die Elastizität (Abb. 11) zeigt ebenfalls eine Zunahme infolge thermischer Garung. Die Unterschiede sind bis auf den zwischen AR3 und AG3 signifikant ($p < 0,05$), scheinen sich also offenbar bei längerer TK-Lagerung zu verringern. Die Dauer der Eislagerung bleibt demnach ohne Einfluß auf die Elastizität.

Auch die Adhäsion der Schollenfilets (Abb. 12) vergrößert sich wiederum sehr deutlich durch thermische Garung, wobei sich als Trend mit zunehmender TK-

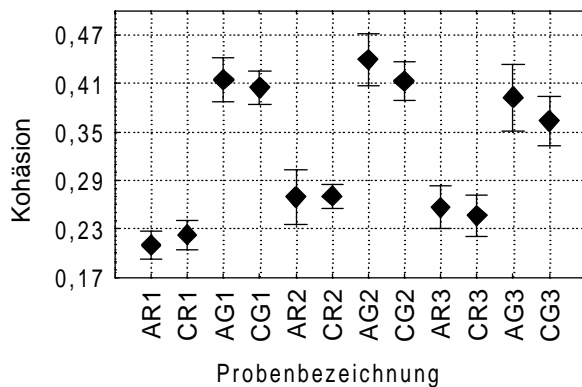


Abb. 10: Kohäsion (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Schollenfilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Cohesiveness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) plaice fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

Lagerung eine Verringerung des adhäsiven Charakters abzeichnet. Ein wesentlicher Einfluß der Eislagerung ist nicht ersichtlich.

Vergleich erhitzter Klieschen- und Schollenfilets

Der für den Konsumenten interessante Vergleich der einzelnen Texturparameter verzehrfertiger, also erhitzter, Erzeugnisse zeigt, daß die Härte (Abb. 13) sowohl der Schollen als auch der Klieschen über einen breiten Bereich streut. Die Standardabweichungen sind relativ groß und werden dadurch erklärt, daß die erhitzten Er-

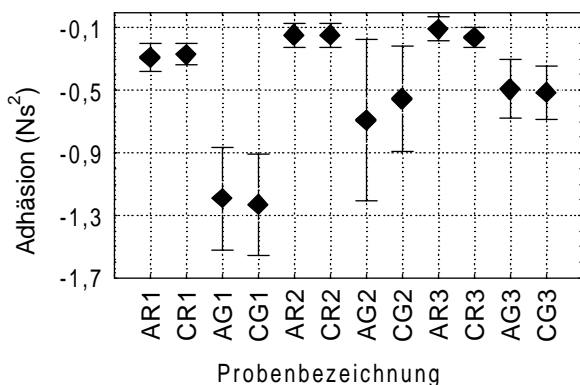


Abb. 12: Adhäsion (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Schollenfilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Adhesiveness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) plaice fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

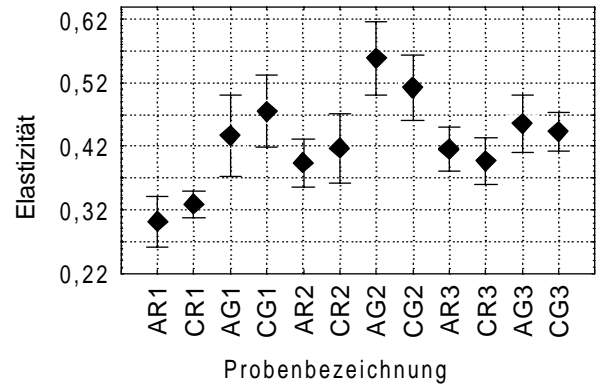


Abb. 11: Elastizität (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von aufgetautem (R) und erhitztem (G) Schollenfilet beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Springiness (mean \pm standard deviation) measured on thawed (R) and cooked (G) plaice fillet influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

zeugnisse leicht in einzelne Strukturelemente, die Myomeren, zerfallen. Somit gestaltet sich bereits das Herstellen der Untersuchungsproben mittels Korkbohrer schwierig. Durch die vergleichsweise hohe Anzahl von Einzelmessungen je Untersuchungsprobe (13-15 Wiederholungen) lassen sich jedoch offensichtlich zwischen beiden Fischarten bestehende Unterschiede und/oder Gemeinsamkeiten verdeutlichen und in den aufgezeigten Grenzen absichern. Ein weiterer Grund für die teilweise große Streuung der Einzelwerte kann in der Form der thermischen Behandlung liegen. Johnson *et al.* (1981) lehnten die Mikrowellenerhitzung wegen zu ungleichmäßiger Erwärmung ab. Sie stellten weiterhin

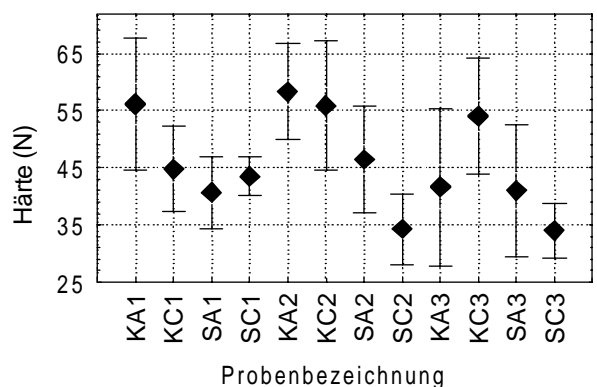


Abb. 13: Härtevergleich zwischen erhitzten Klieschen- und Schollenfilets beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Comparison of hardness measured on cooked dab and plaice fillets influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

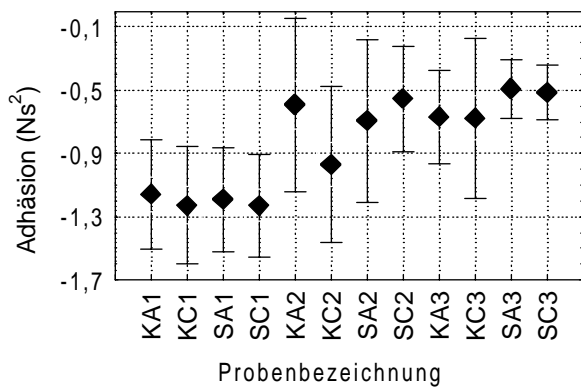


Abb. 14: Vergleich der Adhäsion von erhitzten Kliesche- und Schollenfilets beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Comparison of adhesiveness measured on cooked dab and plaice fillets influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

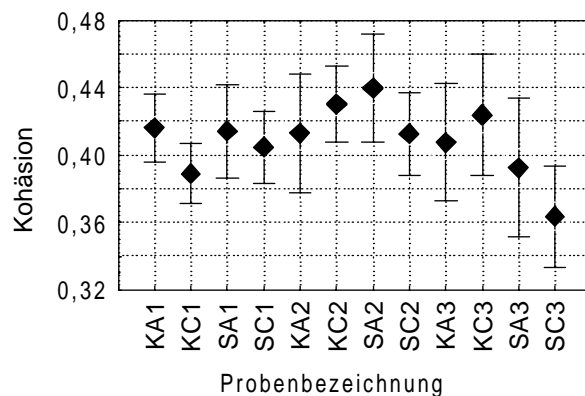


Abb. 15: Vergleich der Kohäsion von erhitzten Kliesche- und Schollenfilets beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Comparison of cohesiveness measured on cooked dab and plaice fillets influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

fest, daß große Unterschiede der gemessenen Texturparameter sowohl zwischen den Filets als auch durch den Ort der Entnahme der Proben aus dem Filet bedingt bestehen. Sie führten diese auf eine Vielzahl von Faktoren (u.a. geographische, saisonale, fütterungsbedingte) des lebenden Fisches, sowie die Orientierung der Myomeren innerhalb der Proben, postmortale biochemische Faktoren und den Filetiervorgang selbst zurück (Johnson *et al.* 1980).

Kliesche nach 34 Wochen TK-Lagerung (KA3) sind diese Festigkeitsunterschiede zwischen Kliesche und Scholle auch signifikant ($p < 0,05$). Dieses steht in Übereinstimmung mit den Befunden von Münkner und Oehlenschläger (1997), die während einer Eislagerung über 7 Tage sensorisch die Qualität bewerteten und in keinem Fall Texturabweichungen in Richtung weich/musig feststellten.

Ohne die vorstehend bereits diskutierten Einflüsse von Eis- und Gefrierlagerung an dieser Stelle noch einmal zu bewerten, kann festgestellt werden, daß die Textur von erhitzter Kliesche im Vergleich zur Scholle überwiegend härter ist. Mit Ausnahme der fangfrischen

Im Gegensatz zur Härte lassen sich in der Adhäsion keine gesicherten Unterschiede zwischen Kliesche und Scholle feststellen (Abb. 14). Auf den bereits vorstehend aufgezeigten Trend der Verringerung der Adhäsion mit zunehmender Dauer der TK-Lagerung soll noch einmal verwiesen werden. Eine Erklärung für dieses

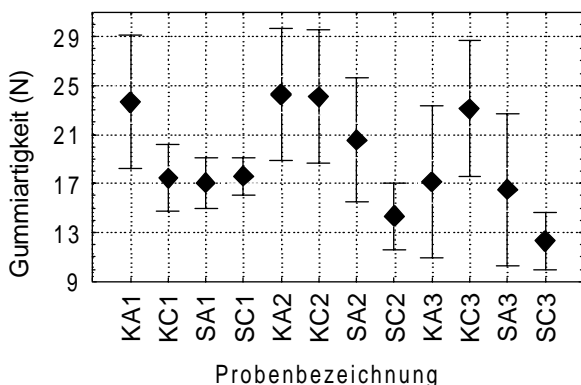


Abb. 16: Vergleich der Gummiartigkeit von erhitzten Kliesche- und Schollenfilets beeinflusst durch Vorlagerung *post mortem* (A, C) und TK-Lagerung (1-3); A-fangfrisch, C-nach 6 d in Eis tiefgefroren; 1-9, 2-23, 3-34 Wochen

Comparison of gumminess measured on cooked dab and plaice fillets influenced by ice storage *post mortem* (A, C) and frozen storage (1-3); A-freshly caught; C-after 6 d on ice storage deep frozen; 1-9, 2-23, 3-34 weeks

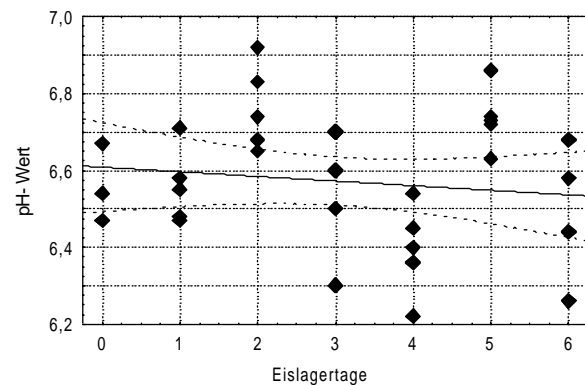


Abb. 17: pH-Werte im Muskelhomogenat von Kliesche in Abhängigkeit von der Eislagerzeit
pH values in dab (muscle homogenate) dependent on ice storage

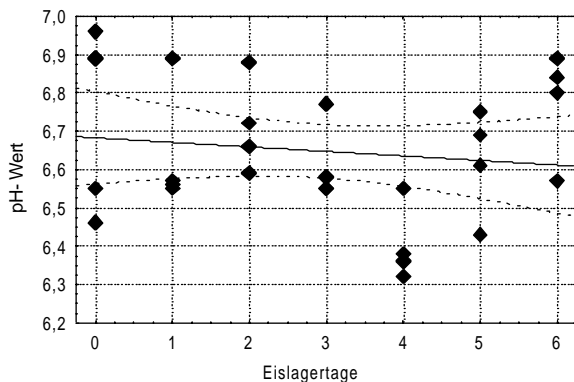


Abb. 18: pH-Werte im Muskelhomogenat von Scholle in Abhängigkeit von der Eislagerzeit

pH values in plaice (muscle homogenate) dependent on ice storage

Verhalten wäre in der Abnahme der Löslichkeit der Sarkoplasmproteine mit zunehmender Gefrierlagerung zu sehen. Dieses ist bisher jedoch nicht durch entsprechende Untersuchungsergebnisse verifiziert.

Die Werte für Gummiartigkeit und Kaubarkeit sowie für Elastizität und Kohäsion liegen für erhitzte Klieschen- und Schollenfilets in einem vergleichbaren Bereich. Überwiegend weist dabei die Kliesche höhere Werte auf, wie exemplarisch in den Abbildungen 15 und 16 verdeutlicht wird. Die Unterschiede sind nur noch vereinzelt signifikant und lassen sich nicht mehr sicher den untersuchten Einflüssen (Eislager- bzw. TK-Lagerzeit) zuordnen.

Schlußfolgerungen

Die Verfolgung von Texturveränderungen an Kliesche und Scholle im rohen und erhitzten Zustand mittels instrumenteller Textur-Profil-Analyse macht deutlich, daß die bisher in der deutschen Fischverarbeitung wenig genutzte Fischart Kliesche im gegarten, also für den Verbraucher relevanten, Zustand ein ähnliches Verhalten zeigt wie die umfangreich nachgefragte Scholle. Die Festigkeit der Kliesche ist offensichtlich nach dem Erhitzen im Mikrowellenofen gegenüber der Scholle etwas erhöht. Alle weiteren untersuchten Texturparameter, wie Gummiartigkeit, Kaubarkeit, Elastizität, Kohäsion und Adhäsion, zeigen in einem relativ breiten Bereich Übereinstimmung. Auch in der chemischen Zusammensetzung (Tab. 1) beider Plattfischarten sind keine Unterschiede zu erkennen. Gleiches trifft auch für den bei der Eislagerung an Bord im Muskelhomogenat bestimmten Verlauf der pH-Werte (Abb. 17, 18) zu. Damit werden die in vorherigen Untersuchungen des Instituts für Biochemie und Technologie der BFA für Fischerei getroffenen Aussagen, daß zwischen beiden Fischarten keine signifikanten Qualitätsunterschiede bestehen, unterstrichen. Die untersuchten technologischen Einflüsse, wie das Erhitzen in Gegenüberstellung

zum rohen, aufgetauten Ausgangsmaterial, aber auch die Eislagerung *post mortem* und die variierende Dauer der TK-Lagerung wirken sich z.T. unterschiedlich auf einzelne Texturparameter der Fischarten aus. Während die Härte der Kliesche nach dem Erhitzen zunimmt, wird sie bei der Scholle verringert. Dieses ist der markanteste Unterschied zwischen beiden Fischarten bei gleicher technologischer Behandlung. Für unterschiedliche Reaktionen hinsichtlich der Festigkeit nach dem Erhitzen finden sich auch bei anderen Fischarten in der Literatur Beispiele. Die restlichen Texturparameter erfahren dagegen durch das Erhitzen überwiegend gleichartige Veränderungen. Besonders signifikant sind die Zunahme der Kohäsion und der Adhäsion. Während sich der Einfluß der Eislagerung überwiegend nur tendenziell äußert, zeigt die Dauer der TK-Lagerung insbesondere bezüglich der Adhäsion klare Effekte. So wird die Adhäsion der gekochten Proben mit zunehmender Gefrierlagerung unabhängig von der Fischart verringert. Die Texturveränderungen werden durch die Höhe der Erhitzungstemperatur beeinflusst. Mathevon *et al.* (1995) ermittelten mit zunehmender Erhitzungstemperatur von 45 auf 80 °C einen generellen, jedoch nicht linearen Anstieg, aller untersuchten mechanischen Parameter, wobei der Faktor für die Zunahme beim Kompressionstest (3,3) größer war als beim Schertest (1,9). Weiterhin ist die Dauer der thermischen Behandlung von Bedeutung (Bhattacharya *et al.* 1993). Somit empfiehlt es sich, weitere Untersuchungen unter Einbeziehung anderer relevanter küchenmäßiger Zubereitungen anzuschließen.

Literatur

- Andersen, U. B.; Thomassen, M. G.; Roraa, A. M. B.: Texture properties of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of diet, muscle fat content and time of storage on ice. *J. Sci. Food Agric.* 74: 347-353, 1997.
- Bhattacharya, S.; Choudhury, G. S.; Studebaker, S.: Hydrothermal processing of Pacific chum salmon effects on texture and on in-vitro digestibility. *J. Food Qual.* 16: 243-261, 1993.
- Borderias, A. J.; Lamua, M.; Tejada, M.: Texture analysis of fish fillets and minced fish by both sensory and instrumental methods. *J. Fd. Technol.* 18: 89-95, 1983.
- Bourne, M. C.: Texture profile analysis. *Food Technol.* 32: 62-66, 72, 1978.
- Chamberlain, A. I.; Kow, F.; Balasubramaniam, E.: Instrumental method for measuring texture of fish. *Food Australia* 45: 439-443, 1993.
- Feinstein, G. R.; Buck, E. M.: Relationship of texture to pH and collagen content of yellowtail flounder and cusk. *J. Food Sci.* 49: 298-299, 1984.
- Johnson, E. A.; Segars, R. A.; Kapsalis, J. G.; Normand, M. D.; Peleg, M.: Evaluation of the compressive deformability modulus of fresh and cooked fish flesh. *J. Food Sci.* 45: 1318-1320, 1326, 1980.
- Johnson, E. A.; Peleg, M.; Sawyer, F. M.; Segars, R. A.; Cardello, A.: Mechanical methods of measuring textural characteristics of fish flesh. I.I.F.-I.I.R.-Comm. C2, D1, D2, D3-Boston (USA) 93-103, 1981(4).
- Kamoun, M.; Culioli, J.: Mechanical behaviour of cooked meat under sinusoidal compression. *J. Texture Stud.* 19: 117-136, 1988.

- LeBlanc, E. L.; LeBlanc, R. J.; Blum, I. E.: Prediction of quality in frozen cod (*Gadus morhua*) fillets. J. Food Sci. 53: 328-340, 1988.
- Lepetit, J.; Culioli, J.: Mechanical properties of meat. Meat Sci. 36: 203-237, 1994.
- Mathevon, E.; Mioche, L.; Brown, W.E.; Culioli, J.: Texture analysis of beef cooked at various temperatures by mechanical measurements, sensory assessments and electromyography. J. Texture Stud. 26: 175-192, 1995.
- Münkner, W.; Oehlenschläger, J.: Vergleich von Ausbeutefaktoren und Eislagerqualität zwischen Kliesche (*Limanda limanda*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*) aus der Nordsee. Inf. Fischwirtsch. 44: 76-80, 1997.
- Purslow, P. P.: The physical basis of meat texture: observations on the fracture behaviour of cooked bovine *M. Semitendinosus*. Meat Sci. 12: 39-60, 1985.
- Rehbein, H.: Proximate composition, amine content, and sensory properties of frozen stored dab (*Limanda limanda*). Paper presented at the 27th Annual WEFTA Meeting, Madrid, Spain, 1997.
- Sawyer, F. M.; Cardello, A. V.; Prell, P. A.; Johnson, E. A.; Segars, R. A.; Maller, O.; Kapsalis, J.: Sensory and instrumental evaluation of snapper and rockfish species. J. Food Sci. 49: 727-733, 1984.
- Schubring, R.: Anwendungsmöglichkeiten instrumenteller Texturanalyse zur Charakterisierung industriell hergestellter Farcen. Inf. Fischwirtsch. 44: 118-127, 1997.
- Segars, R. A.; Johnson, E. A.: Instrumental measurement of the textural quality of fish flesh: effect of pH and cooking temperature. In: Kramer, D.E.; Liston, J. (eds.): Seafood quality determination. Anchorage, Alaska, USA, Sea Grant College Program, 1986, p. 49-61.
- Smith, T.: Food texture analysis is enhancing good repeatability and reliability. Food Tech Europe 2: 148-150, 1995.
- Szczesniak, A. S.: Objective measurements of food texture. J. Food Sci. 28: 410-420, 1963.
- Tülsner, M.: Fischverarbeitung. Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's...Verlag, Hamburg, 1994.

Detailed experimental iced-storage characteristics of Barents Sea cod (*Gadus morhua*)

J. Oehlenschläger, Institut für Biochemie und Technologie

An iced-storage experiment was performed with Barents-Sea cod in August 1997 onboard FRV "Walther Herwig III". Cod was investigated in daily intervals for its chemical, physical, sensory and microbiological properties. Analytical data were correlated with days in ice. Fischtester VI readings, RT freshness tester readings, DMA-N and TMAO-N content, grading according to the EU quality grading scheme, sensory assessment of cooked fillet samples and cfu on skin proved to correlate best with days in ice. Good correlation between sensory data and analytical data allow to some extent to substitute sensory methods by analytical ones.

Experimental controlled iced-storage experiments with marine fish have to be performed in order to determine the species-specific storage characteristics (Oehlenschläger 1995a). These characteristics are complex but can be explained to a great extent by a set of physical, chemical, sensory and microbiological data obtained by the experiments. Shelf life and freshness or spoilage of marine fish are today mostly determined by sensory assessment of either the outer appearance and the odour of the fish (EU grading scheme, Quality index method) or by a sensory assessment of the cooked sample by a QDA (Quantitative Descriptive Analysis) or other descriptive or hedonic methods (Olafsdottir et al. 1997). The aim of iced-storage experiments is to correlate the results obtained by analytical methods with those obtained by sensory methods and to try to substitute the expensive, time consuming and personnel intensive sensory tests by analytical methods. The Institute for Biochemistry and Technology in the Federal Research Centre for Fisheries has been carrying out iced-storage experiments since 1987

Beschreibung des Eislagerverhaltens von Kabeljau (*G. morhua*) aus der Barentssee

Im August 1997 wurde an Bord des FFS „Walther Herwig“ ein Eislagerversuch mit Kabeljau aus der Barentssee durchgeführt. Die Fische wurden in täglichem Abstand auf ihre chemischen, physikalischen, sensorischen und mikrobiologischen Eigenschaften hin untersucht. Die analytischen Daten wurden jeweils mit den Tagen in Eis korreliert. Es erwies sich, daß die Werte vom Fischtester VI sowie RT Frischtester, von Dimethylamin- und Trimethylaminoxidstickstoff, die Qualitätseinstufung anhand des EU-Qualitätsbewertungsschemas, die sensorische Bewertung von gegarten Filetproben und die Gesamtkeimzahl auf der Haut am besten mit den im Eis verbrachten Tagen korrelierten. Die gute Korrelation zwischen sensorischen und instrumentell ermittelten Daten läßt in gewissem Umfang einen Ersatz von Sensorikdaten durch instrumentell ermittelten zu.