

# Untersuchungen zur Qualität von tropischen Buntbarschen (*Sarotherodon nilotica*) bei Eislagerung

Von Monika Manthey und Horst Karl

Institut für Biochemie und Technologie, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Palmaille 9, D 2000 Hamburg 50

## Einleitung

Der Anteil der Süßwasserfische am Weltjahresfischfang beträgt gegenwärtig rund 10%<sup>1)</sup>. Die fischereipolitischen Entwicklungen haben in vielen Ländern zu einer verstärkten Nutzung binnenländischer Fischgründe und zu einer Intensivierung der Aquakultur geführt<sup>2)</sup>.

*Sarotherodon nilotica*, die zu den Buntbarschen der Gattung *Sarotherodon* (ehemals *Tilapia*) zählen, gehören in ihrer ursprünglichen Heimat Nordwest-/Zentralafrika und Südostasien zu den wichtigsten Süßwasserntzfisharten<sup>1)</sup>. Erfolgreiche Zuchtungsversuche in Warmwasserbecken bewiesen ihre Eignung auch für die Aquakultur. Man erhält Speisefische, die geschmacklich etwa mit Karpfen oder Schleien vergleichbar sind<sup>3)</sup>.

Im Hinblick auf einen gewerbsmäßigen Vertrieb als Frischfisch sind das Qualitätsverhalten und die Haltbarkeitsdauer bei einer Lagerung auf Eis von erheblicher Bedeutung. Bei wildlebenden *S. nilotica* konnte die Eislagerung auf mindestens 20 Tage ausgedehnt werden, ehe die Genußtauglichkeitsgrenze erreicht wurde<sup>4,5)</sup>. Die artverwandten *S. mosambica* dagegen waren auf Grund der organoleptischen Beurteilung bereits nach 13 Tagen inakzeptabel<sup>6)</sup>.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Beurteilung der Genußtauglichkeit nach einer Lagerung auf Eis von *S. nilotica*, die in Warmwasserbecken aufgezogen worden sind. Dabei sollte neben dem Einfluß der Lagerung auf die sensorische Qualität und der Bestimmung der für die Beurteilung des Frischegrades bei Seefischen üblichen Kenngrößen wie TMA-N (Trimethylamin-Stickstoff), TVB-N (flüchtiger Basenstickstoff) und pH-Wert zusätzlich geprüft werden, ob die Messung des elektrischen Gewebewiderstandes der Fischmuskulatur mit einem kommerziellen Fischtester und die physikalische Bestimmung der Texturveränderungen hierfür ebenfalls geeignet sind.

## Material und Methoden

### Probenmaterial

Die untersuchten *S. nilotica* stammten aus einem Aquakulturversuch in Warmwasserbecken des Institutes für Küsten- und Binnenfischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei.

Hälterungsbedingungen und Angaben über die chemische Zusammensetzung des Muskelfleisches wurden an anderer Stelle beschrieben<sup>3)</sup>. Die Fische wurden vor dem Schlachten drei Tage ohne Fütterung gehältert. Ausgenommene und gewaschene Exemplare wurden in perforierte Plastikwannen gepackt und mit Stückeneis bedeckt. Die Lagerung erfolgte in einem temperierten Raum (0°C ± 1°C). Das Eis wurde bei Bedarf ersetzt.

Die Körpertemperatur von *S. nilotica* lag unmittelbar nach dem Schlachten zwischen 20°C und 23°C. Die eisgelagerten Fische hatten eine Kerntemperatur zwischen 0°C und +1°C. Das Durchschnittsgewicht ausgenommener und gewaschener

Fische lag bei 519 g (s = ± 81 g). Eine Gewichtsabnahme im Laufe der Lagerung war nicht festzustellen.

### Chemische und physikalische Untersuchungen

Die Messung des elektrischen Widerstandes der Zellmembran wurde mit einem *Fischtester VI* mit Temperaturkompensator (Hersteller: *Intellectron International Electronics*, Hamburg) durchgeführt<sup>7)</sup>. Die Graphitmeßelektroden wurden in der Mitte des lateralen Muskels oberhalb der Analöffnung ange-setzt.

Die Texturmessungen erfolgten in einer *Kramer-Shear-Zelle* mit einem *Instron Table Model 1140* bei einer Probeneinwaage von 50 g. Die maximal erreichte Peakhöhe wurde als Maß für die auftretenden Kompressions-, Scher- und Extrusionskräfte gewählt.

Der *pH-Wert* wurde im Muskelfleisch des Ganzfisches nach Einritzen der derben Haut mit einer Einstichelektrode bestimmt.

Die *TVB-N-Werte* des eßbaren Anteils wurden nach<sup>8)</sup> ermittelt (Destillatvolumen 250 ml), *TMA-N-* und *TMAO-N* (Trimethylaminoxid-Stickstoff)-Gehalte photometrisch nach<sup>9)</sup>.

### Sensorische Untersuchung

Für die Verkostungstermine wurden jeweils 4 Fische gewaschen, geschuppt und filetiert.

Die Zubereitung erfolgte ohne Würzung

– durch *Garen* von Filetstücken in 750 ml Konservengläsern im siedenden Wasserbad für 30 min und

– durch *Braten* paniierter Filets schwimmend in Pflanzenfett bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von >70°C.

Eine erfahrene Prüfergruppe (aus acht Institutsangehörigen) beurteilte Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz und Gesamteindruck der Proben nach dem Karlsruher 9-Punkte-Schema<sup>10)</sup>.

Zur besseren Erkennung von Qualitätsveränderungen mit fortschreitender Lagerdauer wurden am 7., 14. und 21. Lagertag frische und in gleicher Weise zubereitete *Sarotherodon nilotica* verkostet.

## Ergebnisse

### Chemische Befunde

Die Ergebnisse der TMAO-N-, TMA-N- und TVB-N-Bestimmungen während der Eislagerung sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Während frische Seefische im Mittel TMAO-N-Gehalte zwischen 50 und 150 mg / 100 g aufweisen<sup>11)</sup>, ist dieser charakteristische Bestandteil im Muskelfleisch von Süßwasserfischen in der Regel nicht oder nur in sehr unbedeutenden Mengen nachweisbar. Die bei unseren Versuchen festgestellten Gehalte zwischen 5 und 13 mg TMAO-N / 100 g enthäuteter Filets waren daher nicht typisch. Möglicherweise war eine Aufnahme von TMAO über das Fischmehl enthaltende Futter erfolgt. Ebenfalls als lagerungsunabhängig erwiesen sich die geringen Gehalte an TMA-N.

Tab. 1. TMAO-N-, TMA-N- und TVB-N-Werte des eßbaren Anteils von *Sarotherodon niloticum* in Abhängigkeit von der Lagerzeit auf Eis (jeweils Doppelbestimmungen von 4 Fischen).

Eislager-tage	TMAO-N (mg/100 g)	TMA-N (mg/100 g)	TVB-N (mg/100 g)
0*)	9,6 ± 4,4	0,03 ± 0,04	19,3 ± 2,5
1	—	—	20,1 ± 1,6
2	—	—	20,5 ± 1,3
5	12,5 ± 7,1	0,33 ± 0,06	19,6 ± 1,3
6	—	—	25,0 ± 2,9
7	9,9 ± 0,9	0,23 ± 0,06	21,2 ± 1,5
8	—	—	20,7 ± 1,2
9	13,2 ± 5,3	0,29 ± 0,03	21,1 ± 1,8
14	11,4 ± 5,2	0,23 ± 0,13	23,6 ± 1,0
19	6,1 ± 0,6	0,24 ± 0,06	22,2 ± 0,5
21	5,1 ± 1,3	0,46 ± 0,11	22,4 ± 1,3

\*) 1 h nach dem Schlachten, Kerntemperatur 20–23 °C.

Der Anstieg des flüchtigen Basenstickstoffes (TVB-N) im Muskelfleisch während der Lagerung verläuft bei den meisten Süßwasserfischen analog dem bei Salzwasserfischen<sup>12)</sup>, wobei der Grenzwert der Genußtauglichkeit artspezifisch variiert, im Durchschnitt jedoch im Bereich zwischen 32 und 36 mg / 100 g erreicht ist. Frische Süßwasserfische sind durch Gehalte unter 20 mg TVB-N / 100 g charakterisiert<sup>12)</sup>.

*S. niloticum* enthielten durchschnittlich 21 bis 22 mg TVB-N / 100 g. Ein Anstieg war bis zum 21. Lagertag nicht nachweisbar.

#### Physikalische Befunde

Der pH-Wert lag während des gesamten Untersuchungszeitraumes zwischen 6,1 und 6,7. Nach einem leichten Abfall zu Beginn der Lagerung blieb er zwischen 6,4 und 6,5 (Abb. 1). Rückschlüsse auf Qualitätsveränderungen während der dreiwöchigen Lagerung waren daher nicht möglich.

Dagegen zeigten die Messungen der Textur (Instron) und des elektrischen Gewebewiderstandes (Fischtester) einen lagerzeitabhängigen Verlauf (Abb. 1).

Das Fischfleisch wurde während der ersten fünf Tage deutlich weicher, danach war nur noch eine unbedeu-

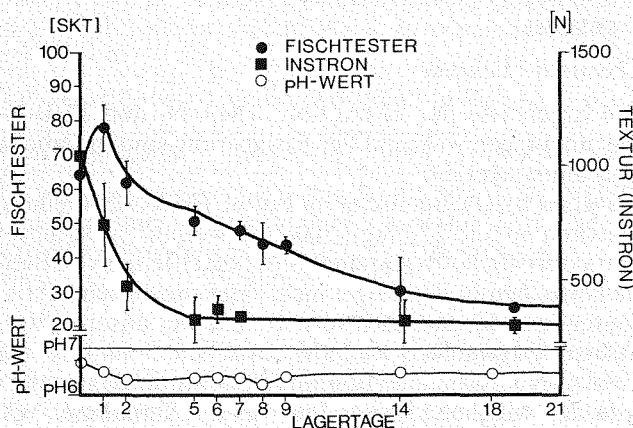


Abb. 1: pH-, Fischtester- und Textur-(Instron-)Werte von *Sarotherodon niloticum* (n = 5) in Abhängigkeit von der Eislagerzeit.

tende Abnahme der Kompressions-Scherkräfte zu verzeichnen. Bei frischgeschlachteten *S. niloticum* wurden für das Muskelfleisch rund 1000 [N] ermittelt, nach fünf-tägiger Lagerung auf Eis nur noch rund 300 [N].

Die Fischtester-Werte durchliefen am 1. Lagertag ein Maximum, was als eine Auswirkung des Rigor mortis im Sinne einer verringerten Elektrolytleitfähigkeit erklärt wird<sup>7)</sup>. Mit fortschreitender Lagerdauer fielen die Meßwerte von durchschnittlich 70 [SKT] auf unter 30 [SKT] nach drei Wochen ab. Eine kontinuierliche Abnahme (= zunehmende Zellwandpermeabilität) war bis zum 14. Lagertag festzustellen, danach konnten nur noch geringe Veränderungen gemessen werden.

#### Sensorische Befunde

Die Ergebnisse der sensorischen Prüfungen für gegarte und gebratene Proben während der 21-tägigen Lagerung sind in Abb. 2A – 2D dargestellt.

Die Standardabweichungen der Prüferurteile für die Beurteilung gleicher Proben betragen zwischen 0,8 und 1,5 Noten.

Gebratene Proben wurden insgesamt besser bewertet als gedünstete (Abb. 2D), da die Filets durch die Panadenummüllung saftiger und aromatischer waren. Während der ersten neun Lagertage erfolgte bei der Konsistenzbewertung\*) eine deutlich erkennbare Verschlechterung. Das Fleisch wurde als zunehmend weich, trocken und krümelig beschrieben (Tab. 2). Die Bewertung sank von durchschnittlich 7,5 auf 6,1 für gebratene bzw. 6,5 auf 5,4 für gedünstete und fiel dann bis zum Lagerende nur noch relativ langsam ab (Abb. 2C).

Bei beiden Zubereitungsarten wurden zusätzlich eine Abflachung der charakteristischen Geschmacksmerkmale mit fortschreitender Lagerdauer offensichtlich (Tab. 2).

Nach 21 Tagen war die Grenze der Genußtauglichkeit (Note 4) auf Grund der gemittelten Prüferurteile noch nicht erreicht. Die Qualität der Filets war zu diesem Zeitpunkt jedoch so unterschiedlich, daß bei einzelnen Proben Noten <4 vergeben werden mußten.

#### Diskussion und Schlußbetrachtung

Die Untersuchung ergab, daß *Sarotherodon niloticum* aus der Aquakultur bei der Eislagerung unter optimalen Bedingungen nach 21 Tagen im Mittel noch verzehrfähig sind und damit deutlich länger haltbar sind als Seefische und einheimische Süßwasserfische, die überwiegend bereits nach ca. 14 bis 16 Tagen verdorben sind<sup>12,13)</sup>.

Die Bestimmung des Frischegrades über den TVB-N-Gehalt war nicht möglich. Ähnlich konstante und selbst beim Erreichen der Genußtauglichkeitsgrenze unter 30 mg/100 g liegende Gehalte wurden auch bei anderen tropischen Süßwasserfischen festgestellt<sup>4,14)</sup>.

Eine Veränderung der Qualität infolge abnehmender Festigkeit während der ersten Lagerwoche konnte sowohl durch die Instron-Meßwerte für die Textur als

\*) Zum Gebrauch von Konsistenz und Textur in der sensorischen Analytik: Beide Fachbegriffe beschreiben stoffliche Eigenschaften von Lebensmitteln, die bei der sensorischen Erfassung als Konsistenz (engl. texture) und bei physikalischer Messung als Textur bezeichnet werden.

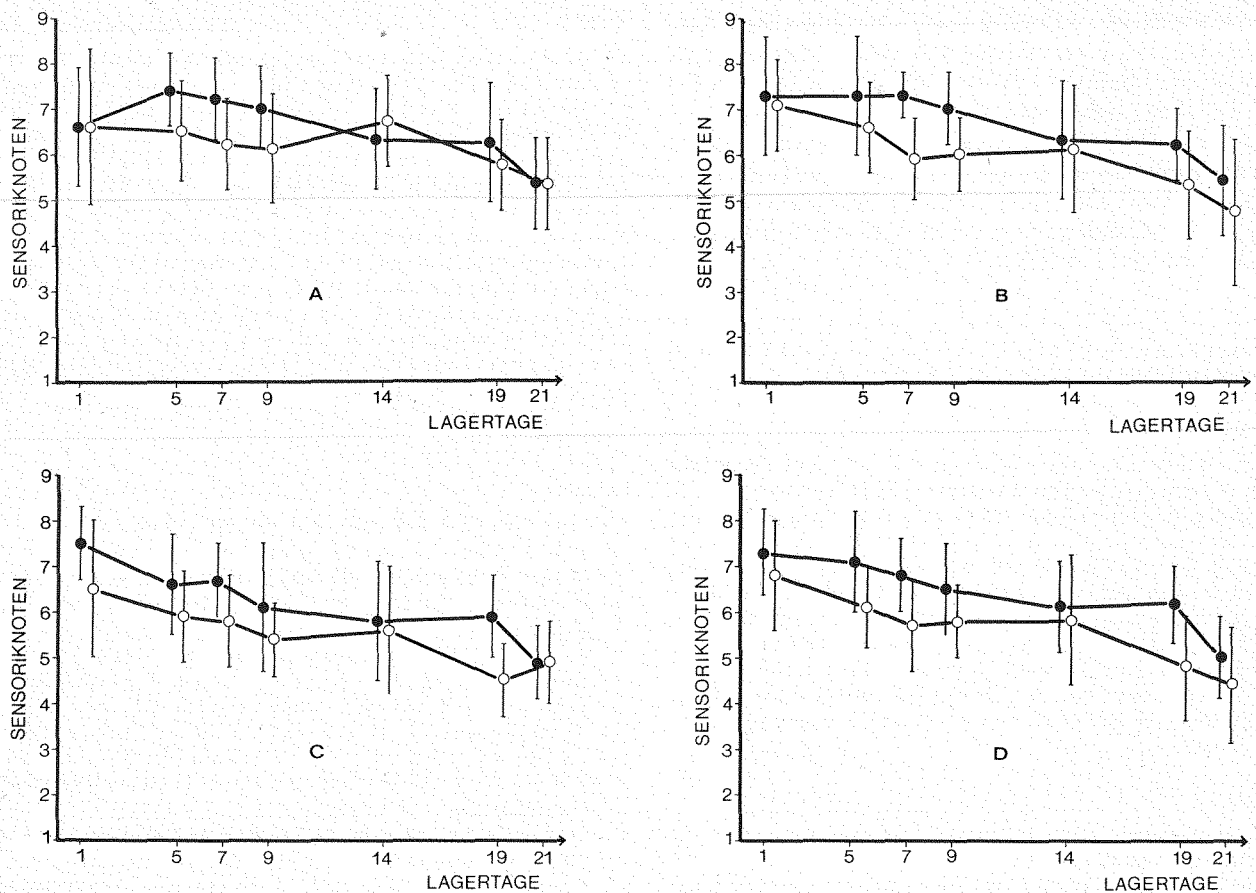


Abb. 2: Ergebnis der sensorischen Prüfungen von *Sarotherodon niloticum* während der Eislagerung. Bewertung von Geruch (A), Geschmack (B), Konsistenz (C) und Gesamteindruck (D) gedünsteter (o) und gebratener (●) Filets.

Tab. 2. Merkmalsbeschreibung für zubereitete Filets von *Sarotherodon nilotica* am 1., 9. und 21. Lagertag auf Eis (in Klammern: Mittlere Gesamtbenotung für gebratene und gegarte Proben).

Lagerzeit (Tage)	Aussehen	Geruch	Geschmack	Konsistenz
1	weiß – rotbraun marmoriert (7,0)	typisch für Süßwasserfisch, erdig, leicht muffig (6,6)	rein, karpfenähnlich, schwach „modrig“ (7,2)	zart, saftig, gedünstet: leicht zerfallen (7,0)
9	graustichig (6,1)	nicht typisch, leicht verändert, nicht mehr ganz frisch (6,5)	rein, noch typisch, flacher im Aroma (6,5)	weich, trocken, beim längeren Kauen faserig, krümelig, teilw. pappig (5,8)
21	grau – verfärbt, Haut schleimig (5,2)	teilw. stechend, säuerlich, muffig, nicht verdorben (5,5)	partiell kratzig und fischig, leer, alt (4,9)	sehr weich, wäßrig, trocken, krümelig, sehr unterschiedlich (4,9)

auch durch das Absinken der sensorischen Konsistenznoten dokumentiert werden. Da sich die Texturwerte darüber hinaus jedoch nur noch geringfügig änderten, scheint dieses Meßverfahren für die Beurteilung lagerzeitabhängiger Qualitätsveränderungen über einen längeren Zeitraum bei dieser Fischart ebenfalls nicht geeignet zu sein.

Die Meßwerte mit dem Fischtester zeigten dagegen über den gesamten Untersuchungszeitraum einen kontinuierlichen Abfall des elektrischen Gewebewiderstandes im Muskelfleisch an. Ob sie für eine orientierende Qualitätseinschätzung herangezogen werden können,

kann an Hand der bisher vorliegenden Ergebnisse noch nicht mit Sicherheit beurteilt werden.

Insgesamt erwies sich auch bei *S. niloticum* die sensorische Beurteilung als das wichtigste Verfahren für eine sichere Qualitätsbeurteilung, da die komplexen Veränderungen und Reaktionen, die während der Lagerung stattfinden, bereits frühzeitig erkannt werden können. Erste Lagereinflüsse zeigten sich nach 7 Tagen im Geschmack und insbesondere in der Konsistenzbewertung. Bis zum 14. Lagertag fielen die Beurteilungen gegenüber dem 1. Lagertag um mehr als eine Note ab, insgesamt kann aber die Qualität der Fische auch zu diesem

Zeitpunkt noch als befriedigend bis mittelmäßig eingestuft werden. Bei einer weiteren Ausdehnung der Eislagerung ist eine handelsübliche Verkehrsqualität (Noten >5) nicht mehr sichergestellt (15).

Für den gewerbsmäßigen Handel dürfte die festgestellte Eislagerfähigkeit von *S. niloticum* selbst unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Haltbarkeitsreserve, z. B. für eine Zwischenlagerung beim Endverbraucher, als sehr gut bezeichnet werden.

#### Dank

Wir danken Frau B. Buro, Frau S. Möller und Herrn J. Brandt für die sorgfältige Durchführung der analytischen Arbeiten.

#### Zusammenfassung

Tropische Buntbarsche (*Sarotherodon nilotica*) aus einer Warmwasser-Aquakulturanlage wurden als ausgenommene Ganzfische bei 0°C auf Eis gelagert. Aufgrund der sensorischen Beurteilung zubereiteter Filets zeigten sich erste Lagereinflüsse nach ca. 7 Tagen. Bis zum 14. Lagertag konnte die Qualität noch als befriedigend bis mittelmäßig eingestuft werden. Am Versuchsende nach 21 Tagen wurde die Genauigkeitsgrenze (Noten <4) nur in Einzelfällen unterschritten. Der pH-Wert und die TVB-N-Gehalte blieben über den gesamten Lagerzeitraum nahezu konstant, Texturmessungen zeigten nur bis zum 5. Lagertag eine deutliche Abnahme in der Festigkeit des Fleisches, während die Fischtester-Werte bis zum 21. Lagertag kontinuierlich abfielen.

#### Summary

Gutted *Sarotherodon nilotica* from warm water aquaculture were stored on ice in a cold room at 0°C.

First quality changes of the fried and steamed filets were ascertained after 7 days on ice by organoleptic assessment.

Fishes kept a satisfying quality for distribution over 14 days. After 3 weeks on ice the quality of the fishes differed considerably, few samples reached the limit of acceptability.

Texture measurements by Instron showed a decrease in the firmness of the filets only within the first 5 storage days, pH and TVB-N values (Total Volatile Bases-Nitrogen) kept nearly constant over the whole storage period whereas the 'fish tester' values decreased continuously.

#### Résumé

On a stocké dans la glace à 0°C des perches versicolores tropicales (*Sarotherodon nilotica*) en poissons entiers, provenant d'une installation d'aquaculture d'eau chaude. A partir de l'évaluation sensorielle de filets préparés, les premières influences du stockage se sont montrées au bout de 7 jours env. Jusqu'au 14<sup>ème</sup> jour de stockage, on a pu encore estimer la qualité comme satisfaisante à moyenne. A la fin de l'essai, au bout de 21 jours, on n'est descendu en-dessous de la limite de capacité de saveur (notes < 4) que dans quelques cas.

La valeur pH et les teneurs TVB-N sont restées pratiquement constantes pendant toute la durée du stockage, les mesures de texture n'ont montré que jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour de stockage une nette diminution de la fermeté de la chair, cependant que les valeurs obtenues par le «fish tester» (Intellectron Internat. Electronics, Hamburg) diminuaient jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour de stockage.

#### Literatur

- 1) FAO, Yearbook of Fishery Statistics, **52**, (1983).
- 2) Stoy, B.: Bild Wiss., **11**, 92, (1981).
- 3) Meske, C., H. Karl, M. Manthey: Inf. Fischw., **36**, 39, (1983).
- 4) Hoffmann, A. et al.: Afric. J. Trop. Hydrobiol. Fish., **3**, 1, (1974).
- 5) Adebona, M. B.: Refrig., Sci. Technol., **4**, 125, (1981).
- 6) Shenoy, A. V., M. A. James: Fish. Technol., **9**, 34, (1972).
- 7) Hennings, C.: Z. Lebensm. Unters. Forsch., **119**, 461, (1963).
- 8) Antonacopoulos, N., in W. Ludorff, V. Meyer: Fische und Fischerzeugnisse, 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin, 1973, 224.
- 9) Rehbein, H., J. Oehlenschläger: Archiv Lebensmittelhygiene, **33**, 44, (1982).
- 10) Paulus, K., J. Gutschmidt, A. Fricker: Lebensm.-Wiss. und Technol., **2**, 132, (1969).
- 11) Regenstein, J. M. et al., in R. E. Martin et al.: Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publishing Company, Westport, 1982, 137.
- 12) Deufel, J.: Z. Lebensm. Unters. Forsch., **123**, 354, (1963/64).
- 13) Antonacopoulos, N., in W. Ludorff, V. Meyer: Fische und Fischerzeugnisse, 2. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin, 1973, 178.
- 14) Balakrishnan Nair, R., P. K. Tharamani, N. L. Lahiry: J. Fd. Sci. Technol., **8**, 53, (1971).
- 15) Paulus K. et al.: Lebensm.-Wiss., und Technol., **12**, 52, (1979).

## Untersuchungen zum Berylliumvorkommen in Pilzen\*)

Ruth Seeger, Gabriele Schleicher und Peter Schweinhaut

Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität, Versbacher Straße 9, D-8700 Würzburg

### Einleitung

Beryllium gehört zu den vergessenen Elementen. Man kennt die arbeitsmedizinische Bedeutung des Berylliumstaubes als Ursache von akuten und chronischen Erkrankungen der Atmungsorgane und die der löslichen Berylliumsalze als Ursache von Hauterkrankungen<sup>1,2,3</sup>). Mit der Einführung geeigneter Arbeitsschutzmaßnahmen wurden diese Berufskrankheiten seltener. Beryllium ist als extrem leichtes, korrosionsbeständiges und hartes Metall unentbehrlicher Legierungsbestandteil für Konstruktionsteile im Flugzeugbau, in der Raketen-, Raumfahrt- und Reaktortechnik<sup>1,3,4</sup>). Mit der wachsenden Bedeutung dieser Techniken steigt auch

der Berylliumverbrauch; inwieweit sich daraus Umweltprobleme ergeben, ist aber noch völlig unbekannt. Zum Berylliumvorkommen in Nahrungsmitteln liegen bisher nur spärliche Angaben vor; so wurden nachgewiesen: in Knäckebrot 0,12, in geschältem Reis 0,08, in Kopfsalat 0,33, in Tomaten 0,24, und in Kartoffeln 0,17 mg Be/kg Trockensubstanz<sup>5</sup>). Die tägliche Berylliumaufnahme aus der Nahrung wird mit <15<sup>6</sup>) bis 20 µg<sup>1</sup>) angegeben. Pilze sind in der Lage, bestimmte Metalle erheblich anzureichern; sie sind z. B. empfindliche Umweltmonitore für Quecksilber und weisen von allen Nahrungsmitteln die höchsten Cadmium<sup>-7</sup>) und Silbergehalte<sup>8</sup>) auf. Mit der folgenden systematischen Untersuchung eines umfangreichen Materials wollen wir eine Übersicht über das Berylliumvorkommen in Pilzen erhalten.

\*) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.