

Kaliumgehalt höherer Pilze*

Ruth Seeger

Unter technischer Mitarbeit von Ulrike Dill und Rosemarie Nützel

Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität, Versbacher Landstraße 9, D-8700 Würzburg, Bundesrepublik Deutschland

The Potassium Content of Mushrooms

Summary. The potassium content of 410 species (1075 samples) of wild mushrooms ranged between 1.5 and 117 g/kg dry wt. It was dependent on species and genus, and on the average was highest in *Coprinaceae* and lowest in *Polyporaceae*. A positive correlation was observed between potassium and water content; consequently, the potassium content of the wet wt. showed less variation: it ranged between 0.6 and 14.6 g/kg. In the solid matter of single fruit-bodies (11 species) potassium was distributed as follows: flesh of the cap > stem > gills or tubes > spores. The flesh of the cap contained maximally 1.8 times the potassium of the gills. But due to a correspondingly higher water content, significant potassium differences between fresh weights of these parts of fruit-bodies were uncommon. Potassium was concentrated 20-40-fold in fruit-bodies as compared with the soil.—According to our results mushrooms rank among the most potassium-rich vegetables, appropriate for consideration in diets in chronic potassium deficiency. On the other hand, toxic effects must be considered, especially in cases of renal insufficiency.

Zusammenfassung. Der Kaliumgehalt von 410 Arten (1075 Proben) wildgewachsener höherer Pilze lag zwischen 1,5 und 117 g/kg Trockensubstanz. Er war art- und gattungsabhängig und im Mittel am höchsten bei den *Coprinaceae*, am niedrigsten bei den *Polyporaceae*. Zwischen Kalium- und Wassergehalt bestand eine positive Korrelation. Daher variierte der Kaliumgehalt im Frischpilz weniger, nämlich nur von 0,6 bis 14,6 g/kg. In der Trockensubstanz der Einzelfrucht-körper (11 Species) war Kalium folgendermaßen verteilt: Hutfleisch > Stiel > Lamellen- bzw. Röhrenschicht > Sporen. Maximal enthielt das Hutfleisch 1,8mal so viel wie die Lamellenschicht. Da es auch

wasserreicher war, bestanden jedoch kaum signifikante Unterschiede bei Frischpilzen. Gegenüber dem Boden war Kalium in den Fruchtkörpern 20—40fach angereichert. — Pilze gehören also zu den sehr kaliumreichen Nahrungsmitteln, die entsprechende diätetische Berücksichtigung verdienen. Andererseits muß mit toxischen Wirkungen besonders bei eingeschränkter Nierenfunktion gerechnet werden.

Nach Auskunft der Literatur sind Pilze reich an Kalium [1—12]: Kaliumoxid machte (20 bis) ca. 50% der Pilzasche aus [1—4], und je kg Frischpilz wurden etwa 3—5 (bis 9) g Kalium nachgewiesen [1, 5, 9, 12]. Da die genannten Angaben auf der Untersuchung nur weniger Proben basieren, soll die folgende systematische Studie an einem großen Untersuchungsgut eine Übersicht über den Kaliumgehalt der Pilze liefern, die ihn bestimmenden Faktoren ermitteln und seine diätetische und etwaige toxikologische Bedeutung beurteilen helfen.

Material und Methoden

410 Arten höherer Pilze wurden von 1967 bis 1977 in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Italien, Portugal und Holland gesammelt, die meisten in Süddeutschland und hier wiederum vorwiegend in Unterfranken^{1,2}. Von jeder Art wurden möglichst mehrere Proben — insgesamt 1075 — von verschiedenen Fundorten untersucht; gelegentlich wurde auch eine Art am gleichen Fundort wiederholt geerntet. Jede Probe bestand möglichst aus mehreren, verschieden weit entwickelten Fruchtkörpern.

Die Pilze mechanisch reinigen, ungewaschen lyophilisieren, auf einer elektrischen Schlagmühle zu feinem Pulver mahlen und in verschlossenen Glasflaschen dunkel aufbewahren. Für die Untersu-

¹ Genaue Angaben über Fundorte und Erntezeit auf Wunsch von der Verfasserin

² Ich danke Herrn P. Matheis, Würzburg, für seine wertvolle Hilfe bei der Beschaffung und Bestimmung der einheimischen Pilze und Herrn T. Stijve, La Tour-de-Peilz, für die freundliche Überlassung der schweizerischen, italienischen und holländischen Proben

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Tabelle 1. Wiederauffindungsquote von Kalium. Standardaddition zu je 100 mg Trockensubstanz von 6 verschiedenartigen Pilzproben

| Species | Wiederauffindungsquote in % (korr. f. d. Eigengehalt) bei einem Kaliumzusatz von | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | 1 mg | 2 mg | 4 mg | 6 mg |
| <i>Stereum hirsutum</i> | 112,5 | 106,8 | 96,4 | 103,2 |
| <i>Paxillus atrotomentosus</i> | 91,5 | 101,5 | 95,3 | 89,8 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 100,0 | 103,2 | 98,0 | 92,2 |
| <i>Hypholoma capnoides</i> | 103,6 | 97,3 | 106,3 | 101,3 |
| <i>Russula virescens</i> | 98,8 | 86,1 | 99,3 | 88,4 |
| <i>Lactarius piperatus</i> | 92,9 | 95,6 | 96,2 | 99,4 |
| $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | 99,9 \pm 3,1 | 98,4 \pm 3,0 | 98,6 \pm 1,6 | 95,8 \pm 2,6 |

chung der Kaliumverteilung im einzelnen Fruchtkörper für Doppelbestimmungen je zwei 500-mg-Proben aus Stiel, Hutfleisch und Lamellen gefriertrocknen. Hierbei wurden zum Teil junge und alte Fruchtkörper vom gleichen Mycel vergleichend untersucht. Sporen wie früher [13] durch Ausfällenlassen gewinnen und ihren Kaliumgehalt mit dem des zugehörigen Hutfleisches vergleichen. Bodenproben lyophilisieren und auf einer Schlägmühle pulverisieren.

Je 10—100 mg Pilzpulver bzw. die lyophilisierten Pilzstückchen in verschlossenen Polyäthylenfläschchen [14] mit 3 ml Salpetersäure (65%, pro anal., Merck) naß veraschen [15]. Den Kaliumgehalt der Lösungen unter Standardbedingungen [16] durch Atomabsorptionsspektroskopie in einer Luft/Acetylenflamme mit einem Perkin-Elmer Atomabsorptions-Spektralphotometer M 300 S jeweils doppelt bestimmen. Zur Verhinderung der Ionisation den Probe- und Eichlösungen 1000 ppm Natrium (als Chlorid) zusetzen. Addiertes Kalium wurde zu annähernd 100% wiedergefunden (Tab. 1).

Ergebnisse

Die untersuchten Pilze (Tab. 2) enthielten 1,5—117,0 (im Mittel 38,8) g Kalium je Kilogramm Trockensubstanz; dabei wiesen ca. 50% der Proben 30—50 g/kg und ca. 80% 20—60 g/kg auf (Tab. 3). Der Kaliumgehalt war art- und gattungstypisch; infolgedessen bestanden signifikante Unterschiede auch im Kaliumgehalt der verschiedenen Familien (Tab. 4). Unter Vernachlässigung der nur durch wenige Arten repräsentierten Familien besaßen den niedrigsten Kaliumgehalt die *Polyporaceae*, dicht gefolgt von den *Lycoperdaceae*, den höchsten die *Coprinaceae*. Kaliumreiche Arten waren auch wasserreicher und umgekehrt: Für die beiden Parameter ergab sich eine hoch signifikante positive Korrelation ($r = +0,68$; $p < 0,01$); mit Zunahme des Kaliumgehaltes nahm der Wassergehalt um einen Regressionskoeffizienten ($b_y \pm S_b$ von $0,17 \pm 0,025$ ($p < 0,001$)) zu, und zwar von einem positiven Achsenabschnitt ($a \pm S_a = +5,1 \pm 1,0$), d. h. einem Wasseranteil aus, der auch ohne Kalium vorhanden

Tabelle 2. Kaliumgehalte von 410 Arten höherer Pilze. Mittelwerte mit Streuung von n Proben der gleichen Art

| Species ^a | Wert ^b | n^c | Kaliumgehalt g/kg | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------------|------------|------------|
| | | | Trockengewicht | | Frischpilz | |
| | | | \bar{x} | Streuung | \bar{x} | Streuung |
| Ascomyceten | | | | | | |
| Ordnung: Sphaeriales | | | | | | |
| Fam.: Xylariaceae | | | | | | |
| <i>Xylophaera hypoxylon</i> | u | 1 | 14,0 | | 7,4 | |
| <i>Xylophaera polymorpha</i> | u | 3 | 10,1 | (8,0—11,2) | 3,5 | (2,5—4,9) |
| <i>Xylophaera longipes</i> | | 1 | 19,2 | | 5,5 | |
| Ordnung: Helotiales | | | | | | |
| <i>Bulgaria inquinans</i> | u | 1 | 24,5 | | 1,5 | |
| Ordnung: Pezizales | | | | | | |
| Fam.: Morchellaceae | | | | | | |
| <i>Morchella esculenta</i> | e | 2 | 28,5 | (28,0—29,0) | 4,9 | (3,5—6,4) |
| <i>Morchella elata</i> | e | 1 | 31,0 | | 3,3 | |
| Fam.: Helvellaceae | | | | | | |
| <i>Helvella lacunosa</i> | e | 2 | 34,5 | (29,0—40,0) | 4,8 | (4,7—4,9) |
| <i>Helvella sulcata</i> | e | 1* | 35,0 | | 9,2 | |
| <i>Helvella crispa</i> | e | 4 | 37,2 | (31,0—40,5) | 5,7 | (4,2—7,7) |
| <i>Leptopodia albipes</i> | | 1 | 28,5 | | — | |
| <i>Paxina acetabulum</i> | (e) | 1* | 27,0 | | 4,0 | |
| Fam.: Pezizaceae | | | | | | |
| <i>Pustularia catinus</i> | | 1 | 54,5 | | 6,6 | |
| <i>Otidea onotica</i> | e | 4 | 62,5 | (54,0—72,0) | 11,7 | (9,3—14,6) |
| <i>Sarcosphaera eximia</i> | (g) | 3 | 65,2 | (35,7—92,0) | 6,9 | (4,6—11,2) |
| <i>Peziza succosa</i> | (e) | 3 | 33,0 | (28,0—37,5) | 3,5 | (2,9—4,1) |
| <i>Peziza vesiculosa</i> | (e) | 1* | 39,5 | | 5,5 | |
| <i>Peziza badia</i> | (e) | 3 | 40,3 | (35,0—50,0) | 10,4 | (8,4—11,7) |
| Fam.: Humariaceae | | | | | | |
| <i>Humaria hemisphaerica</i> | | 1 | 57,5 | | 8,2 | |
| <i>Aleura aurantia</i> | e | 2 | 33,5 | (32,0—35) | 4,2 | (3,4—5,0) |
| Basidiomyceten | | | | | | |
| Ordnung: Aphyllophorales | | | | | | |
| 2. Fam.: Stereaceae | | | | | | |
| <i>Stereum hirsutum</i> | u | 6 | 4,2 | (2,0—6,4) | 1,7 | (0,6—3,0) |
| 7. Fam.: Telephoraceae | | | | | | |
| <i>Telephora terrestris</i> | u | 1 | 14,2 | | 4,1 | |
| 8. Fam.: Hydnaceae | | | | | | |
| <i>Hydnum repandum</i> | e | 5 | 51,7 | (42,0—64,2) | 5,9 | (2,6—10,2) |
| <i>Heridium cirrhatum</i> | e | 1* | 35,5 | | 4,1 | |
| <i>Heridium ramosum</i> | e | 1* | 20,0 | | 2,5 | |
| 9. Fam.: Clavariaceae | | | | | | |
| <i>Clavariadelphus pistillaris</i> | e | 8 | 45,1 | (38,2—55,5) | 6,0 | (3,8—10,2) |
| <i>Clavaria rugosa</i> | e | 1 | 39,5 | | 5,6 | |
| <i>Clavulina cristata</i> | e | 2 | 44,0 | (30,0—58,0) | 4,5 | (3,3—5,7) |
| <i>Clavulina cinerea</i> | e | 3 | 44,8 | (41,0—49,0) | 5,2 | (3,8—7,4) |
| <i>Ramaria aurea</i> | e | 3 | 41,8 | (33,5—53,0) | 3,7 | (3,0—4,2) |
| <i>Ramaria formosa</i> | g | 5 | 41,6 | (26,5—56,0) | 4,0 | (2,5—6,4) |
| <i>Ramaria stricta</i> | u | 3 | 21,3 | (15,0—26,0) | 2,6 | (2,1—2,9) |
| <i>Ramaria botrytis</i> | e | 1 | 38,5 | | 3,4 | |
| <i>Sparassis crispa</i> | e | 4 | 21,4 | (19,0—26,2) | 2,1 | (1,6—2,6) |
| 10. Fam.: Cantharellaceae | | | | | | |
| <i>Craterellus cornucopioides</i> | e | 3 | 48,8 | (37,5—55,5) | 4,7 | (3,4—5,4) |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | e | 5 | 41,0 | (35,0—46,0) | 4,4 | (3,4—5,8) |
| <i>Cantharellus tubaeformis</i> | e | 2 | 34,0 | (27,5—40,5) | 3,5 | (2,5—4,6) |
| <i>Cantharellus cinereus</i> | e | 1 | 39,0 | | 3,7 | |
| <i>Cantharellus lutescens</i> | e | 1 | 36,0 | | 2,7 | |
| 11. Fam.: Polyporaceae | | | | | | |
| <i>Meripilus giganteus</i> | e | 3 | 26,3 | (22,0—30,0) | 3,0 | (2,4—3,6) |
| <i>Phaeolus schweinitzii</i> | u | 5 | 14,1 | (9,5—19,5) | 1,8 | (0,8—2,4) |
| <i>Piptoporus betulinus</i> | e | 2 | 18,0 | (18,0—18,0) | 3,1 | (2,2—4,0) |
| <i>Bjerkandera adusta</i> | u | 2 | 13,0 | (10,0—16,0) | 2,1 | (1,7—2,5) |
| <i>Bjerkandera fumosa</i> | | 1 | 16,2 | | 3,2 | |
| <i>Tyromyces caestius</i> | u | 1* | 20,5 | | | |

Tabelle 2. (Fortsetzung)

| Species ^a | Wert ^b n ^c | Kaliumgehalt g/kg | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|------------|-----------|
| | | Trockengewicht | | Frischpilz | |
| | | \bar{x} | Streuung | \bar{x} | Streuung |
| <i>Collybia ingrata</i> | 1 | 30,0 | | 2,8 | |
| <i>Collybia succinea</i> | e 1 | 19,5 | | 3,9 | |
| <i>Collybia acervata</i> | e 1 | 19,0 | | 1,6 | |
| <i>Collybia dryophila</i> | e 2 | 20,7 | (17,0—24,5) | 1,6 | (1,5—1,8) |
| <i>Collybia butyracea</i> | e 8 | 31,1 | (24,5—37,0) | 2,5 | (1,3—5,5) |
| <i>Collybia fusipes</i> | e 2 | 25,0 | (23,0—27,0) | 2,7 | (2,0—3,5) |
| <i>Collybia maculata</i> | u 3 | 14,3 | (9,0—22,5) | 1,6 | (0,8—3,1) |
| <i>Panellus stypticus</i> | u 1 | 13,0 | | 2,6 | |
| <i>Oudemansiella mucida</i> | e 1 | 56,0 | | 2,8 | |
| <i>Oudemansiella radicata</i> | e 6 | 35,2 | (27,5—39,5) | 3,1 | (2,5—4,0) |
| <i>Oudemansiella platiphylla</i> | e 5 | 38,5 | (35,5—41,0) | 3,0 | (2,5—4,1) |
| <i>Flammulina velutipes</i> | e 1 | 35,5 | | 3,3 | |
| <i>Marasmius rotula</i> | 2 | 18,0 | (14,0—22,0) | 5,5 | (2,9—8,1) |
| <i>Marasmius alliaceus</i> | 3 | 31,2 | (24,0—37,0) | 3,8 | (3,7—4,1) |
| <i>Marasmius oreades</i> | e 4 | 31,9 | (24,5—38,0) | 3,8 | (2,1—6,9) |
| <i>Mycena pura</i> | e 3 | 38,7 | (33,0—44,5) | 3,2 | (2,4—4,0) |
| <i>Mycena inclinata</i> | 1 | 43,0 | | 3,6 | |
| <i>Mycena galericulata</i> | e 5 | 44,8 | (34,5—60,0) | 3,4 | (2,2—4,3) |
| <i>Mycena chlorinella</i> | 1 | 52,0 | | 6,0 | |
| <i>Mycena zephrus</i> | 1 | 47,0 | | 2,8 | |
| <i>Lepista sordida</i> | e 1 | 41,0 | | 3,3 | |
| <i>Lepista nuda</i> | e 10 | 43,8 | (31,5—67,0) | 3,0 | (1,9—4,5) |
| <i>Lepista personata</i> | e 9 | 51,8 | (38,5—60,5) | 3,2 | (2,1—4,8) |
| <i>Clitopilus prunulus</i> | e 1 | 49,5 | | 4,9 | |
| 8. Fam.: Rhodophyllaceae | | | | | |
| <i>Rhodophyllus clypeatus</i> | e 1 | 45,0 | | 2,6 | |
| <i>Rhodophyllus sinuatus</i> | g 5 | 51,3 | (42,5—58,0) | 3,8 | (3,2—4,8) |
| <i>Rhodophyllus rhodopoliis</i> | g 4 | 67,2 | (66,0—68,0) | 4,0 | (3,7—4,4) |
| <i>Rhodophyllus nidorosus</i> | g 1* | 51,0 | | 4,9 | |
| 9. Fam.: Amanitaceae | | | | | |
| <i>Amanita inaurata</i> | e 1 | 42,5 | | 4,5 | |
| <i>Amanita vaginata</i> | e 6 | 59,0 | (42,0—88,0) | 3,9 | (3,5—4,6) |
| <i>Amanita argentea</i> | e 1* | 85,0 | | 4,2 | |
| <i>Amanita crocea</i> | e 3 | 56,7 | (49,0—66,0) | 4,5 | (3,7—5,2) |
| <i>Amanita umbrinolutes</i> | e 1 | 72,5 | | 6,0 | |
| <i>Amanita lividopallescens</i> | (e) 2 | 65,5 | (54,5—76,5) | 4,4 | (3,5—5,3) |
| <i>Amanita muscaria</i> | g 6 | 36,0 | (25,5—42,5) | 2,9 | (2,4—4,6) |
| <i>Amanita pantherina</i> | g 5 | 47,9 | (43,5—56,0) | 3,1 | (1,5—4,8) |
| <i>Amanita phalloides</i> | g 5 | 42,6 | (40,0—46,5) | 3,9 | (3,7—4,0) |
| <i>Amanita verna</i> | g 5 | 51,2 | (35,0—58,0) | 4,8 | (3,4—6,6) |
| <i>Amanita citrina</i> | g 5 | 39,1 | (29,0—44,0) | 3,5 | (2,0—4,4) |
| <i>Amanita spissa</i> | e 6 | 64,2 | (42,0—83,5) | 4,5 | (2,7—7,3) |
| <i>Amanita aspera</i> | (g) 1* | 38,0 | | 5,5 | |
| <i>Amanita rubescens</i> | e 5 | 45,6 | (38,0—51,5) | 3,8 | (3,0—5,1) |
| <i>Amanita strobiliformis</i> | e 2 | 41,2 | (38,0—44,5) | 3,6 | (3,2—4,0) |
| <i>Volvariella speciosa</i> | 1 | 41,0 | | 3,5 | |
| <i>Volvariella hypopitys</i> | 1 | 59,5 | | 4,8 | |
| <i>Pluteus atricapillus</i> | e 5 | 64,8 | (33,5—107,0) | 4,6 | (2,7—8,7) |
| <i>Pluteus leoninus</i> | e 1* | 40,5 | | 2,9 | |
| <i>Pluteus lutescens</i> | e 2 | 50,0 | (47,5—52,5) | 3,2 | (2,3—4,1) |
| 10. Fam.: Agaricaceae | | | | | |
| <i>Macrolepiota procera</i> | e 8 | 28,4 | (19,0—40,5) | 3,0 | (2,0—4,4) |
| <i>Macrolepiota rhacodes</i> | e 4 | 36,5 | (30,0—39,5) | 4,2 | (3,5—4,8) |
| <i>Macrolepiota gracilentia</i> | e 1 | 48,0 | | 4,9 | |
| <i>Macrolepiota mastoidea</i> | e 2 | 32,5 | (32,5—32,5) | 2,9 | (2,4—3,4) |
| <i>Lencoagaricus pudicus</i> | e 6 | 59,4 | (44,0—75,0) | 5,8 | (3,7—8,9) |
| <i>Agaricus bisporus cult.</i> | e 1 | 40,5 | | 5,4 | |
| —, var. <i>avellanus</i> | e 1 | 46,5 | | — | |
| <i>Agaricus bitorquis</i> | e 7 | 36,2 | (32,0—41,5) | 2,9 | (2,3—3,4) |
| <i>Agaricus maleolens</i> | e 1* | 56,5 | | 4,7 | |
| <i>Agaricus aestivalis</i> | e 1 | 45,0 | | 4,1 | |
| <i>Agaricus langei</i> | e 5 | 37,7 | (26,0—43,0) | 3,5 | (2,5—4,2) |
| <i>Agaricus haemorrhoidarius</i> | e 1 | 54,0 | | 3,7 | |
| <i>Agaricus silvaticus</i> | e 2 | 58,5 | (44,0—73,0) | 3,9 | (3,9—4,0) |
| <i>Agaricus vaporarius</i> | e 5 | 44,1 | (35,5—50,0) | 3,5 | (3,3—3,9) |

Tabelle 2. (Fortsetzung)

| Species ^a | Wert ^b n ^c | Kaliumgehalt g/kg | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|------------|-----------|
| | | Trockengewicht | | Frischpilz | |
| | | \bar{x} | Streuung | \bar{x} | Streuung |
| <i>Agaricus subperonatus</i> | e 1 | 39,5 | | — | |
| <i>Agaricus campester</i> | e 5 | 53,1 | (44,0—68,0) | 3,8 | (2,7—4,8) |
| <i>Agaricus augustus</i> | e 8 | 43,9 | (37,0—54,0) | — | |
| <i>Agaricus perrarius</i> | e 3 | 41,0 | (35,0—50,0) | 4,3 | (3,4—5,4) |
| <i>Agaricus silvicola</i> | e 15 | 43,0 | (29,5—56,5) | 3,9 | (2,7—5,9) |
| <i>Agaricus abruptibulbus</i> | e 1 | 39,0 | | 2,9 | |
| <i>Agaricus arvensis</i> | e 5 | 48,3 | (32,0—69,0) | 4,5 | (3,5—5,6) |
| <i>Agaricus macrosporus</i> | e 1 | 45,5 | | 3,6 | |
| <i>Agaricus excellens</i> | e 1 | 46,0 | | 3,9 | |
| <i>Agaricus comtulus</i> | e 1 | 68,0 | | 5,9 | |
| <i>Agaricus lutosus</i> | e 1 | 42,0 | | 3,1 | |
| <i>Agaricus semotus</i> | e 1 | 45,0 | | 3,7 | |
| <i>Agaricus xanthodermus</i> | g 5 | 42,7 | (38,0—45,5) | 4,4 | (3,0—6,5) |
| <i>Agaricus placomyces</i> | g 1 | 49,5 | | 3,3 | |
| <i>Agaricus meleagris</i> | g 1 | 65,0 | | — | |
| <i>Lepiota acutesquamosa</i> | u 1 | 32,5 | | 3,2 | |
| <i>Lepiota aspera</i> | u 2 | 50,5 | (44,0—57,0) | 4,2 | (3,7—4,7) |
| <i>Lepiota cristata</i> | g 5 | 62,1 | (46,0—72,0) | 3,9 | (3,1—4,4) |
| <i>Lepiota subgracilis</i> | 1 | 34,0 | | 7,6 | |
| <i>Lepiota clypeolaria</i> | (e) 4 | 39,6 | (28,5—48,0) | 3,9 | (2,4—6,3) |
| —, var. <i>latispora</i> | (e) 1 | 44,5 | | 6,1 | |
| <i>Lepiota felina</i> | u 1 | 72,0 | | 5,5 | |
| <i>Cystoderma amiantinum</i> | e 2 | 34,0 | (28,5—39,5) | 2,1 | (2,0—2,2) |
| <i>Cystoderma carcharias</i> | (e) 4 | 41,6 | (38,0—45,0) | 2,8 | (2,5—3,2) |
| <i>Cystoderma cinnabarium</i> | e 1 | 37,5 | | 2,2 | |
| 11. Fam.: Coprinaceae | | | | | |
| <i>Coprinus comatus</i> | e 5 | 52,7 | (47,5—57,5) | 2,8 | (2,2—4,2) |
| <i>Coprinus atramentarius</i> | (e) 4 | 55,3 | (28,2—69,0) | 2,3 | (1,6—3,2) |
| <i>Coprinus lagopus</i> | 2 | 63,0 | (44,0—82,0) | 4,8 | (4,7—4,9) |
| <i>Coprinus micaceus</i> | (e) 3 | 79,5 | (74,5—87,0) | 5,2 | (4,0—7,3) |
| <i>Coprinus hemorobius</i> | 3 | 58,7 | (46,5—71,5) | 4,5 | (4,1—5,0) |
| <i>Coprinus domesticus</i> | 1 | 72,5 | | 4,5 | |
| <i>Psathyrella candolleana</i> | e 5 | 81,8 | (60,0—113,5) | 5,5 | (2,6—7,6) |
| <i>Psathyrella velutina</i> | (u) 6 | 84,5 | (61,0—117,0) | 4,1 | (2,9—5,1) |
| <i>Psathyrella hydrophila</i> | e 3 | 66,7 | (59,0—71,0) | 3,2 | (2,7—4,0) |
| <i>Psathyrella obtusata</i> | 1 | 79,0 | | 3,6 | |
| <i>Panaeolina foenisecii</i> | 1 | 105,5 | | 4,4 | |
| <i>Panaeolus sphinctrinus</i> | u 1 | 62,0 | | 4,2 | |
| <i>Panaeolus rickenii</i> | 1 | 41,0 | | 3,3 | |
| 12. Fam.: Bolbitiaceae | | | | | |
| <i>Conocybe cryptocystis</i> | 1 | 52,0 | | 3,3 | |
| <i>Bolbitius vitellinus</i> | 3 | 54,3 | (40,0—64,0) | 2,8 | (2,3—3,4) |
| <i>Agrocybe praecox</i> | e 3 | 43,0 | (36,5—54,5) | 3,3 | (1,9—4,7) |
| 13. Fam.: Strophariaceae | | | | | |
| <i>Stropharia coronilla</i> | e 1 | 80,0 | | 6,4 | |
| <i>Stropharia aeruginosa</i> | e 4 | 35,6 | (26,5—42,5) | 2,5 | (1,6—4,9) |
| <i>Hypholoma capnoides</i> | e 5 | 28,2 | (19,0—32,5) | 2,3 | (1,7—3,1) |
| <i>Hypholoma sublateralitium</i> | (e) 5 | 26,8 | (21,5—31,0) | 2,0 | (1,8—2,2) |
| <i>Hypholoma fasciculare</i> | g 5 | 25,6 | (22,5—31,5) | 2,2 | (1,7—3,4) |
| <i>Hypholoma radicosum</i> | u 1* | 40,0 | | 3,3 | |
| <i>Pholiota squarrosa</i> | (e) 2 | 30,2 | (29,0—31,5) | 3,5 | (2,8—4,2) |
| <i>Pholiota flammans</i> | u 1 | 26,5 | | 2,2 | |
| <i>Pholiota adiposa</i> | e 5 | 28,4 | (24,0—33,5) | 1,7 | (1,4—2,2) |
| <i>Pholiota lenta</i> | 5 | 25,0 | (22,0—28,5) | 1,4 | (1,2—1,9) |
| <i>Pholiota gummosa</i> | 1 | 23,0 | | 2,4 | |
| <i>Pholiota astragalina</i> | u 1 | 36,5 | | 4,1 | |
| <i>Kuehneromyces mutabilis</i> | e 5 | 35,7 | (25,5—57,5) | 3,0 | (2,1—4,5) |
| 14. Fam.: Cortinariaceae | | | | | |
| <i>Inocybe atripes</i> | 1 | 53,0 | | 3,5 | |
| <i>Inocybe terrigena</i> | u 2 | 37,7 | (35,0—40,5) | 4,4 | (2,5—6,3) |
| <i>Inocybe patouillardii</i> | g 4 | 53,9 | (47,5—64,0) | 5,5 | (2,7—8,8) |
| <i>Inocybe jurana</i> | 3 | 64,8 | (50,0—74,0) | 3,9 | (3,1—4,3) |
| <i>Inocybe cookei</i> | 1 | 50,0 | | 5,6 | |
| <i>Inocybe fastigiata</i> | g 8 | 70,9 | (35,0—93,5) | 4,7 | (3,2—6,4) |
| <i>Inocybe bongardii</i> | 4 | 49,1 | (42,5—60,0) | 3,2 | (2,6—4,5) |

Tabelle 2. (Fortsetzung)

| Species ^a | Wert ^b n ^c | Kaliumgehalt g/kg | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| | | Trockengewicht | | Frischpilz | |
| | | \bar{x} | Streuung | \bar{x} | Streuung |
| <i>Inocybe godeyi</i> | 2 | 59,5 | (55,5—63,5) | 3,8 | (3,8—3,9) |
| <i>Inocybe geophylla</i> | g 3 | 50,5 | (46,0—59,5) | 4,4 | (3,6—5,4) |
| —, var. <i>lilacina</i> | g 3 | 55,2 | (46,5—66,0) | 3,9 | (3,3—4,3) |
| <i>Inocybe piriodora</i> | 2 | 46,2 | (46,0—46,5) | 3,1 | (3,0—3,3) |
| <i>Inocybe hirtella</i> | g 3 | 51,2 | (43,5—56,0) | 3,6 | (2,9—4,4) |
| <i>Inocybe descissa</i> | 2 | 53,7 | (53,5—54,0) | 3,8 | (3,7—3,9) |
| var. <i>brunneoatra</i> | | | | | |
| <i>Inocybe inconcinna</i> | 1 | 59,0 | | 4,0 | |
| <i>Inocybe obscura</i> | g 2 | 44,0 | (35,0—53,0) | 5,3 | (4,0—6,6) |
| <i>Inocybe cincinnata</i> | g 3 | 45,8 | (39,5—51,0) | 4,2 | (3,8—4,7) |
| <i>Inocybe napipes</i> | g 1 | 44,0 | | 2,5 | |
| <i>Inocybe asterospora</i> | g 2 | 50,7 | (50,0—51,5) | 3,8 | (3,6—4,1) |
| <i>Inocybe jularia</i> | 1 | 35,0 | | 2,8 | |
| <i>Hebeloma mesophaeum</i> | u 3 | 50,1 | (18,0—75,0) | 4,5 | (4,3—4,7) |
| <i>Hebeloma sinapizans</i> | g 4 | 52,6 | (48,5—60,0) | 4,7 | (2,7—9,2) |
| <i>Dermocybe</i> | u 4 | 38,2 | (29,5—52,0) | 2,7 | (1,8—4,0) |
| <i>cinnamomeolutes</i> | | | | | |
| <i>Dermocybe malicora</i> | u 1 | 42,0 | | 3,6 | |
| <i>Rozites caperata</i> | e 1 | 49,5 | | 3,2 | |
| <i>Cortinarius betuletorum</i> | 1 | 50,0 | | 3,8 | |
| <i>Cortinarius orellanoides</i> | 2 | 53,5 | (47,0—60,0) | 4,5 | (3,8—5,3) |
| <i>Cortinarius talus</i> | 1 | 58,0 | | 6,5 | |
| <i>Cortinarius glaucopus</i> | e 1 | 45,0 | | 5,2 | |
| <i>Cortinarius praestans</i> | e 1 | 19,0 | | — | |
| <i>Cortinarius varius</i> | e 2 | 40,0 | (38,5—41,5) | 3,5 | (3,3—3,8) |
| <i>Cortinarius</i> | e 1 | 55,5 | | 3,3 | |
| <i>balteatocumatilis</i> | | | | | |
| <i>Cortinarius latus</i> | 1 | 55,0 | | 5,6 | |
| <i>Cortinarius infractus</i> | u 4 | 49,6 | (44,0—54,5) | 3,6 | (3,3—4,1) |
| <i>Cortinarius prasinus</i> | e 2 | 35,5 | (34,0—37,0) | 2,5 | (2,3—2,8) |
| <i>Cortinarius subfulgens</i> | e 1 | 72,0 | | 4,2 | |
| <i>Cortinarius camphoratus</i> | 1 ^x | 29,0 | | 2,7 | |
| <i>Cortinarius trivialis</i> | 5 | 37,6 | (27,5—53,5) | 3,3 | (2,0—5,3) |
| <i>Cortinarius elatior</i> | e 1 | 36,5 | | 2,5 | |
| <i>Cortinarius pangloius</i> | 1 | 59,0 | | 3,2 | |
| <i>Cortinarius colus</i> | 1 ^x | 47,0 | | 4,8 | |
| <i>Cortinarius bulliardii</i> | 1 | 52,5 | | — | |
| <i>Cortinarius bivelus</i> | 1 | 39,0 | | 3,6 | |
| <i>Cortinarius hinnuleus</i> | 2 | 43,5 | (41,0—46,0) | 3,4 | (3,3—3,5) |
| <i>Cortinarius rheubarbarinus</i> | 1 | 57,0 | | 6,3 | |
| <i>Leucocortinarius bulbiger</i> | e 1 | 38,5 | | 3,7 | |
| <i>Gymnopilus spectabilis</i> | u 4 | 32,5 | (27,5—39,5) | 2,5 | (2,3—2,9) |
| <i>Gymnopilus liquiritiae</i> | u 1 ^x | 32,0 | | 4,1 | |
| <i>Gymnopilus hybridus</i> | u 1 | 37,5 | | 2,6 | |
| <i>Gymnopilus penetrans</i> | u 2 | 40,7 | (37,0—44,5) | 2,9 | (2,5—3,4) |
| <i>Galerina unicolor</i> | 1 | 37,5 | | 2,2 | |
| <i>Galerina marginata</i> | g 4 | 40,5 | (33,0—61,0) | 2,4 | (2,2—2,6) |
| <i>Galerina pumila</i> | 1 | 68,0 | | 5,4 | |
| 15. Fam.: Crepidotaceae | | | | | |
| <i>Tubaria furfuracea</i> | 1 | 42,0 | | 3,4 | |
| <i>Crepidotus mollis</i> | 2 | 32,0 | (18,5—45,5) | 7,1 | (3,4—10,4) |
| 16. Fam.: Russulaceae | | | | | |
| <i>Russula delicata</i> | e 3 | 37,7 | (30,0—48,0) | 4,3 | (3,9—4,6) |
| <i>Russula nigricans</i> | e 4 | 38,7 | (34,5—47,0) | 3,1 | (2,3—4,6) |
| <i>Russula densifolia</i> | u 1 ^x | 30,0 | | 2,9 | |
| <i>Russula adusta</i> | e 2 | 33,5 | (29,5—37,5) | 3,1 | (2,9—3,3) |
| <i>Russula consobrina</i> | u 1 | 46,5 | | 3,4 | |
| <i>Russula decolorans</i> | e 1 | 26,0 | | 4,7 | |
| <i>Russula pectinata</i> | u 2 | 39,5 | (35,5—43,5) | 3,7 | (3,1—4,3) |
| <i>Russula farinipes</i> | u 2 | 40,5 | (33,5—47,5) | 2,0 | (1,4—2,6) |
| <i>Russula foetens</i> | g 5 | 35,8 | (32,0—41,0) | 4,7 | (3,3—7,7) |
| <i>Russula laurocerasi</i> | u 5 | 42,1 | (35,5—41,0) | 3,8 | (2,9—5,6) |
| <i>Russula fellea</i> | u 5 | 33,0 | (31,0—37,0) | 3,4 | (2,2—4,8) |
| <i>Russula virescens</i> | e 4 | 34,2 | (27,5—44,5) | 3,3 | (3,2—3,4) |
| <i>Russula vesca</i> | e 2 | 32,7 | (31,5—34,0) | 3,7 | (2,8—4,7) |
| <i>Russula cyanoxantha</i> | e 5 | 32,9 | (26,5—40,0) | 3,5 | (3,0—4,3) |
| <i>Russula aeruginea</i> | e 2 | 42,2 | (38,0—46,5) | 4,7 | (3,7—5,8) |

Tabelle 2. (Fortsetzung)

| Species ^a | Wert ^b n ^c | Kaliumgehalt g/kg | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|------------|-----------|
| | | Trockengewicht | | Frischpilz | |
| | | \bar{x} | Streuung | \bar{x} | Streuung |
| <i>Russula palumbina</i> | e 1 ^x | 24,5 | | 2,7 | |
| <i>Russula rosacea</i> | (e) 1 ^x | 26,0 | | 4,3 | |
| <i>Russula rosea</i> | e 7 | 29,2 | (22,0—37,0) | 3,4 | (2,2—5,7) |
| <i>Russula xerampelina</i> | e 5 | 40,2 | (30,0—54,5) | 4,5 | (3,3—5,3) |
| <i>Russula coerulea</i> | 1 ^x | 31,5 | | 3,6 | |
| <i>Russula turci</i> | e 4 | 31,5 | (25,0—38,0) | 2,5 | (1,4—3,0) |
| <i>Russula olivacea</i> | e 2 | 23,5 | (23,0—24,0) | 4,4 | (4,0—4,9) |
| <i>Russula alutacea</i> | e 4 | 41,4 | (34,5—48,0) | 4,4 | (3,0—5,4) |
| <i>Russula integra</i> | e 1 | 44,0 | | 3,5 | |
| <i>Russula aurata</i> | e 1 ^x | 56,5 | | 6,6 | |
| <i>Russula lutea</i> | e 5 | 41,3 | (34,0—46,0) | 3,4 | (2,4—5,8) |
| <i>Russula luteotacta</i> | g 1 | 51,0 | | 4,8 | |
| <i>Russula emetica</i> | g 6 | 31,6 | (22,5—39,5) | 3,1 | (1,5—6,6) |
| —, var. <i>silvestris</i> | g 4 | 45,0 | (39,0—50,0) | 3,2 | (2,0—4,5) |
| <i>Russula fragilis</i> | u 1 | 26,0 | | 1,8 | |
| <i>Russula pulchella</i> | e 3 | 37,0 | (30,0—44,5) | 3,4 | (3,3—3,5) |
| <i>Russula badia</i> | u 2 | 27,2 | (26,5—28,0) | 2,2 | (1,5—2,9) |
| <i>Lactarius vellereus</i> | u 4 | 28,7 | (25,0—31,0) | 3,5 | (3,3—3,8) |
| <i>Lactarius piperatus</i> | (e) 4 | 28,4 | (21,5—36,5) | 4,0 | (3,0—5,1) |
| <i>Lactarius pergamenus</i> | (e) 2 | 26,0 | (24,0—28,0) | 3,7 | (3,5—4,0) |
| <i>Lactarius cilicoides</i> | (g) 2 | 34,2 | (26,5—42,0) | 4,1 | (3,5—4,7) |
| <i>Lactarius necator</i> | (e) 1 | 27,5 | | 2,1 | |
| <i>Lactarius torminosus</i> | g 2 | 26,5 | (23,5—29,5) | 2,2 | (2,1—2,4) |
| <i>Lactarius fuliginosus</i> | u 2 | 21,7 | (19,0—24,5) | 2,3 | (2,2—2,4) |
| <i>Lactarius deliciosus</i> | e 1 | 21,5 | | 1,8 | |
| <i>Lactarius semisanguifluus</i> | e 3 | 24,3 | (20,0—30,0) | 2,5 | (2,0—3,1) |
| <i>Lactarius deterrimus</i> | e 2 | 27,0 | (26,0—28,0) | 2,6 | (2,2—3,0) |
| <i>Lactarius chrysorrhoeus</i> | g 1 | 31,5 | | 3,4 | |
| <i>Lactarius acerrimus</i> | u 2 | 25,5 | (23,5—27,5) | 2,5 | (2,3—2,8) |
| <i>Lactarius blennius</i> | u 5 | 34,4 | (30,0—40,0) | 3,1 | (2,6—3,6) |
| <i>Lactarius pallidus</i> | (e) 2 | 18,5 | (16,5—20,5) | 2,3 | (1,7—2,7) |
| <i>Lactarius circellatus</i> | u 1 ^x | 22,0 | | 2,9 | |
| <i>Lactarius volemus</i> | e 2 | 26,5 | (23,5—29,5) | 3,7 | (2,2—5,2) |
| <i>Lactarius tithymalinus</i> | 1 | 27,5 | | 3,2 | |
| <i>Lactarius ichoratus</i> | u 1 | 28,5 | | 5,6 | |
| <i>Lactarius mitissimus</i> | e 1 | 31,5 | | 2,4 | |
| <i>Lactarius aurantiacus</i> | 3 | 35,8 | (28,0—49,5) | 3,3 | (2,7—3,9) |
| <i>Lactarius rufus</i> | (e) 3 | 27,8 | (24,0—30,0) | 2,5 | (2,3—2,8) |
| <i>Lactarius quietus</i> | (e) 2 | 30,2 | (28,5—32,0) | 2,9 | (2,7—3,2) |
| <i>Lactarius seriffuus</i> | 1 | 38,0 | | 1,8 | |
| Gastromycetales | | | | | |
| Ordnung: Gastrales | | | | | |
| 7. Fam.: Sclerodermataceae | | | | | |
| <i>Scleroderma verrucosum</i> | g 5 | 21,2 | (11,0—33,0) | 5,2 | (2,9—9,0) |
| —, subspec. <i>Bovista</i> | 1 | 17,7 | | 3,7 | |
| 10. Fam.: Lycoperdaceae | | | | | |
| <i>Calvatia gigantea</i> | e 2 | 24,0 | (20,0—28,0) | — | (• 3,2) |
| <i>Calvatia saccata</i> | e 2 | 22,1 | (20,7—23,5) | — | (2,0—) |
| <i>Calvatia utriformis</i> | e 2 | 26,0 | (22,5—29,5) | 2,7 | (1,9—3,6) |
| <i>Lycoperdum echinatum</i> | e 2 | 23,2 | (22,5—24,0) | 2,1 | (2,0—2,2) |
| <i>Lycoperdum mammiformis</i> | 5 | 20,7 | (17,5—24,5) | 1,8 | (1,5—2,3) |
| (= <i>laxum</i> = <i>velatum</i>) | | | | | |
| <i>Lycoperdum perlatum</i> | e 5 | 22,8 | (22,0—24,0) | 2,7 | (1,7—4,2) |
| <i>Lycoperdum umbrinum</i> | e 2 | 28,7 | (28,5—29,0) | 2,4 | (2,0—2,9) |
| <i>Lycoperdum spadiceum</i> | e 1 | 33,0 | | 2,2 | |
| <i>Lycoperdum piriforme</i> | e 6 | 20,8 | (17,5—24,5) | 2,2 | (1,8—3,2) |
| <i>Lycoperdum depressum</i> | e 2 | 25,0 | (24,5—25,5) | 2,6 | (2,4—2,8) |
| <i>Bovista plumbea</i> | e 3 | 29,0 | (20,5—33,5) | 3,4 | (3,1—3,7) |
| 11. Fam.: Geastraceae | | | | | |
| <i>Geaster fimbriatum</i> | u 3 | 19,4 | (15,7—23,5) | 2,3 | (1,7—2,7) |
| <i>Geaster rufescens</i> | u 2 | 32,0 | (25,0—39,0) | 2,3 | (1,7—3,0) |

Tabelle 2. (Fortsetzung)

| Species ^a | Wert ^b | n ^c | Kaliumgehalt g/kg | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|------------|-----------|
| | | | Trockengewicht | | Frischpilz | |
| | | | \bar{x} | Streuung | \bar{x} | Streuung |
| 12. Fam.: Phallaceae | | | | | | |
| <i>Mutinus caninus</i> | u | 1 | 35,5 | | 3,1 | |
| <i>Phallus impudicus</i> | e | 4 | 16,3 | (13,5—19,0) | 1,5 | (1,3—1,8) |
| 13. Fam.: Clathraceae | | | | | | |
| <i>Anthurus archeri</i> | u | 1 | 31,0 | | 1,7 | |
| Phragmobasidiomycetidae | | | | | | |
| Ordnung: Dacromycetales | | | | | | |
| <i>Calocera viscosa</i> | | 4 | 13,5 | (7,0—19,5) | 1,5 | (0,6—3,0) |

^a Ascomyceten, Agaricales und Gastrales sind nach Moser [17—19], *Aphyllophorales* nach Michael u. Hennig [20, 21] und Jahn [25] klassifiziert

^b e = eßbar; (e) = bedingt bzw. nach besonderer Vorbehandlung eßbar; u = ungenießbar; (g) = giftverdächtig; g = giftig. Die Angaben basieren auf denen von Moser [17—19], Michael u. Hennig [20—24], Ricken [26], Cetto [27] und Rinaldi u. Tyndalo (28)

^c Proben, die nur aus einem Fruchtkörper bestanden, sind mit × gekennzeichnet

Tabelle 3. Prozentuale Verteilung von 1075 Pilzproben nach ihrem Kaliumgehalt in Trocken- und Frischgewicht

| g Kalium/kg | | g Kalium/kg | |
|-----------------|--------------|----------------|--------------|
| Trockensubstanz | % der Proben | Frischpilz | % der Proben |
| < 10 | 3,1 | < 1 | 0,7 |
| 10—< 20 | 6,6 | 1—< 2 | 10,5 |
| 20—< 30 | 19,7 | 2—< 3 | 26,2 |
| 30—< 40 | 26,9 | 3—< 4 | 29,5 |
| 40—< 50 | 22,2 | 4—< 5 | 17,9 |
| 50—< 60 | 12,1 | 5—< 6 | 7,4 |
| 60—< 70 | 4,9 | 6—< 7 | 3,4 |
| 70—< 80 | 2,9 | 7—< 8 | 1,6 |
| 80—< 90 | 0,9 | 8—< 9 | 0,8 |
| 90—< 100 | 0,2 | 9—< 10 | 0,7 |
| > 100 | 0,5 | > 10 | 1,3 |
| $\Sigma 100,0$ | | $\Sigma 100,0$ | |

wäre. Infolge des gleichsinnigen Verhaltens von Kalium- und Wassergehalt variierte der Kaliumgehalt der Frischpilze weit weniger stark, nämlich nur zwischen 0,6 und 14,6 g/kg (Tab.2); dabei enthielten ca. 55% der Proben 2—4 g/kg, ca. 90% 1—6 g/kg Frischgewicht (Tab.3); jedoch bestanden auch hier noch signifikante Unterschiede im Kaliumgehalt verschiedener Familien (Tab.4).

In der Trockensubstanz des einzelnen Fruchtkörpers (Tab.5) war bei den meisten untersuchten Arten der Kaliumgehalt im Hutfleisch signifikant höher als im Stiel und am niedrigsten in der Lamellen- bzw. Röhrenschicht. Insgesamt waren die Differenzen jedoch gering, und maximal enthielt das Hutfleisch

Tabelle 4. Kaliumgehalte der untersuchten Pilzfamilien. — Mittelwerte mit mittlerem Fehler aus dem mittleren Kaliumgehalt von *n* Arten. Werte, die sich vom niedrigsten Wert (*Polyporaceae* (Trockengewicht) bzw. *Lycoperdaceae* (Frischpilz)) signifikant unterscheiden, sind hervorgehoben: $p < 0,05 = *$; $p < 0,01 = **$; $p < 0,001 = ***$. Statistischer Vergleich — nur Familien mit mehr als 5 Arten wurden berücksichtigt — nach dem *F*-Test und dem *t*-Test für gleiche bzw. ungleiche Varianzen

| Familie | Arten | Kaliumgehalt g/kg | |
|--------------------------------|-------|--|--------------------------------------|
| | | Trockengewicht $\bar{x} \pm s\bar{x}$ | Frischpilz $\bar{x} \pm s\bar{x}$ |
| Ascomyceten | | | |
| <i>Sphaeriales</i> | | | |
| <i>Xylariaceae</i> | 3 | 14,4 ± 2,6 | 5,5 ± 1,1 |
| <i>Helotiales</i> | 1 | 24,5 | 1,5 |
| <i>Pezizales</i> | | | |
| <i>Morchellaceae</i> | 2 | 29,7 ± 1,2 | 4,1 ± 0,8 |
| <i>Helvellaceae</i> | 3 | 32,4 ± 2,0 | 5,9 ± 1,1 |
| <i>Pezizaceae</i> | 6 | 49,2 ± 5,5*** | 7,4 ± 1,3* |
| <i>Humariaceae</i> | 2 | 45,5 ± 12,0 | 6,2 ± 2,0 |
| Basidiomyceten | | | |
| <i>Aphyllophorales</i> | | | |
| <i>Stereaceae</i> | 1 | 4,2 | 1,7 |
| <i>Telephoraceae</i> | 1 | 14,2 | 4,1 |
| <i>Hydnaceae</i> | 3 | 35,7 ± 9,8 | 4,2 ± 1,0 |
| <i>Clavariaceae</i> | 9 | 37,6 ± 3,2*** | 4,1 ± 0,4** |
| <i>Cantharellaceae</i> | 5 | 39,8 ± 2,6 | 3,8 ± 0,4* |
| <i>Polyporaceae</i> | 23 | 16,8 ± 2,9 | 3,8 ± 0,6* |
| <i>Agaricales</i> | | | |
| <i>Strobilomycetaceae</i> | 1 | 34,2 | 4,8 |
| <i>Boletaceae</i> | 26 | 32,7 ± 1,3*** | 3,2 ± 0,2* |
| <i>Paxillaceae</i> | 4 | 26,9 ± 8,7 | 2,7 ± 0,8 |
| <i>Gomphidiaceae</i> | 1 | 28,0 | 2,9 |
| <i>Polyporaceae</i> | 9 | 21,6 ± 3,0 | 3,7 ± 0,5 |
| <i>Hygrophoraceae</i> | 15 | 57,0 ± 4,0*** | 4,5 ± 0,4*** |
| <i>Tricholomataceae</i> | 73 | 36,3 ± 1,2*** | 3,3 ± 0,1** |
| <i>Rhodophyllaceae</i> | 4 | 53,6 ± 4,8 | 3,8 ± 0,5 |
| <i>Amanitaceae</i> | 20 | 52,1 ± 3,0*** | 4,1 ± 0,2*** |
| <i>Agaricaceae</i> | 39 | 45,7 ± 1,6*** | 4,0 ± 0,2*** |
| <i>Coprinaceae</i> | 13 | 69,4 ± 4,7*** | 4,0 ± 0,3*** |
| <i>Bolbitiaceae</i> | 3 | 49,8 ± 3,4 | 3,1 ± 0,2 |
| <i>Strophariaceae</i> | 13 | 34,0 ± 4,1** | 2,8 ± 0,4 |
| <i>Cortinariaceae</i> | 52 | 47,5 ± 1,5*** | 3,9 ± 0,1*** |
| <i>Crepidotaceae</i> | 2 | 37,0 ± 5,0 | 5,2 ± 1,8 |
| <i>Russulaceae</i> | 55 | 32,7 ± 1,1*** | 3,4 ± 0,1*** |
| Gastromycetales | | | |
| <i>Gastrales</i> | | | |
| <i>Sclerodermataceae</i> | 2 | 19,4 ± 1,7 | 4,4 ± 0,7 |
| <i>Lycoperdaceae</i> | 11 | 25,0 ± 1,2 | 2,5 ± 0,2 |
| <i>Geastraceae</i> | 2 | 25,7 ± 6,3 | 2,3 ± 0 |
| <i>Phallaceae</i> | 2 | 25,9 ± 9,6 | 2,3 ± 0,8 |
| <i>Clathraceae</i> | 1 | 31,0 | 1,7 |
| Phragmobasidiomycetidae | | | |
| <i>Dacromycetales</i> | 1 | 13,5 | 1,5 |

1,8 mal so viel Kalium wie die Lamellen. Da jedoch die Wasserverteilung der Kaliumverteilung folgte, waren bei Frischpilzen signifikante Unterschiede seltener. Alte Pilze schienen fast durchweg mehr Kalium in der Trockensubstanz zu enthalten als jüngere, allerdings

Tabelle 5. Kaliumgehalte in Stiel, Hutfleisch und Lamellen von *n* einzeln untersuchten Fruchtkörpern verschiedener Pilzarten. — Mittelwerte mit mittlerem Fehler. *Kursiv* bedeutet bei Hutfleisch: Kaliumgehalt signifikant ($p < 0,05$) verschieden von dem des Stieles; bei Lamellen: Signifikant verschieden von dem des Hutfleisches; bei Stiel: Signifikant verschieden von dem der Lamellen. — Statistischer Vergleich nach dem *t*-Test für Paardifferenzen. *s* bedeutet: Kaliumgehalt junger Pilze signifikant ($p < 0,05$) verschieden von dem alter Pilze. Statistischer Vergleich nach dem einfachen *t*-Test

| Species | Alter | <i>n</i> | Kalium-Gehalt in g/kg | | | | | |
|---------------------------------|--------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
| | | | Stiel | | Hutfleisch | | Lamellen- bzw. Röhrenschicht | |
| | | | trocken | frisch | trocken | frisch | trocken | frisch |
| <i>Boletus edulis</i> | jung | 3 | 20,8 ± 0,5 <i>s</i> | 2,5 ± 0,2 <i>s</i> | 29,9 ± 1,6 | 4,8 ± 0,4 | 25,4 ± 1,3 | 4,6 ± 0,3 |
| | mittel | 3 | 36,6 ± 1,7 | 3,5 ± 0,2 | 34,2 ± 2,2 | 4,3 ± 0,4 | 29,1 ± 0,5 | 4,0 ± 0,1 |
| | zus. | 6 | 28,7 ± 3,6 | 3,0 ± 0,3 | 32,1 ± 1,5 | 4,6 ± 0,3 | 27,2 ± 1,0 | 4,3 ± 0,2 |
| <i>Lepista personata</i> | jung | 3 | 44,2 ± 7,6 | 2,9 ± 0,4 | 62,0 ± 14,5 | 4,0 ± 0,3 | 39,1 ± 5,0 | 1,1 ± 0,2 <i>s</i> |
| | alt | 3 | 49,3 ± 1,8 | 2,7 ± 0,1 | 76,8 ± 9,4 | 3,2 ± 0,1 | 44,0 ± 3,1 | 3,8 ± 0,3 |
| | zus. | 6 | 46,7 ± 3,7 | 2,8 ± 0,2 | 69,4 ± 8,4 | 3,6 ± 0,2 | 41,5 ± 2,8 | 4,0 ± 0,2 |
| <i>Lepista nuda</i> | jung | 3 | 44,1 ± 5,5 | 4,2 ± 0,2 | 59,1 ± 4,9 | 4,5 ± 0,5 | 42,8 ± 0,5 <i>s</i> | 4,3 ± 0,4 |
| | alt | 2 | 57,3 ± 5,8 | 3,9 ± 0,3 | 71,3 ± 0,7 | 3,4 ± 0,3 | 53,8 ± 1,1 | 4,0 ± 0,1 |
| | zus. | 5 | 49,4 ± 4,8 | 4,1 ± 0,2 | 64,0 ± 4,0 | 4,1 ± 0,4 | 47,2 ± 2,7 | 4,2 ± 0,2 |
| <i>Tricholoma terreum</i> | jung | 3 | 79,8 ± 2,9 <i>s</i> | 5,8 ± 0,04 <i>s</i> | 69,8 ± 2,1 | 5,0 ± 0,1 | 64,8 ± 3,3 | 5,1 ± 0,1 |
| | alt | 3 | 85,3 ± 2,6 | 6,8 ± 0,2 | 70,5 ± 0,9 | 5,4 ± 0,2 | 68,4 ± 1,5 | 5,5 ± 0,2 |
| | zus. | 6 | 82,6 ± 2,1 | 6,3 ± 0,2 | 70,2 ± 1,0 | 5,2 ± 0,1 | 66,6 ± 1,8 | 5,3 ± 0,1 |
| <i>Amanita rubescens</i> | jung | 5 | 43,5 ± 1,7 <i>s</i> | 3,1 ± 0,2 <i>s</i> | 54,0 ± 4,0 <i>s</i> | 3,4 ± 0,3 <i>s</i> | 39,4 ± 2,6 | 4,1 ± 0,2 |
| | alt | 5 | 48,8 ± 3,9 | 4,5 ± 0,5 | 69,3 ± 3,6 | 6,5 ± 1,2 | 46,2 ± 5,0 | 5,2 ± 0,5 |
| | zus. | 10 | 46,6 ± 2,2 | 3,8 ± 0,3 | 61,6 ± 3,6 | 4,9 ± 0,8 | 42,8 ± 2,9 | 4,7 ± 0,3 |
| <i>Russula foetens</i> | jung | 3 | 46,6 ± 2,4 | 4,7 ± 0,3 | 49,4 ± 2,4 | 4,9 ± 0,6 | 31,5 ± 3,9 | 4,1 ± 0,2 <i>s</i> |
| | alt | 3 | 42,1 ± 1,3 | 4,6 ± 0,3 | 42,5 ± 2,3 | 4,5 ± 0,3 | 36,0 ± 0,4 | 4,8 ± 0,1 |
| | zus. | 6 | 44,4 ± 1,6 | 4,6 ± 0,2 | 45,9 ± 2,1 | 4,7 ± 0,3 | 33,8 ± 2,0 | 4,5 ± 0,2 |
| <i>Leucoagaricus pudicus</i> | zus. | 3 | 66,5 ± 10,7 | 6,4 ± 2,0 | 64,4 ± 4,6 | 5,1 ± 1,6 | 46,1 ± 4,9 | 4,8 ± 1,2 |
| <i>Agaricus bisporus, cult.</i> | zus. | 7 | 34,8 ± 0,9 | 3,6 ± 0,1 | 40,7 ± 1,2 | 3,8 ± 0,1 | 30,0 ± 1,1 | 3,8 ± 0,1 |
| <i>Agaricus campester</i> | zus. | 6 | 61,4 ± 3,2 | 2,9 ± 0,1 | 69,9 ± 3,9 | 3,1 ± 0,1 | 44,7 ± 2,1 | 3,2 ± 0,06 |
| <i>Agaricus silvicola</i> | zus. | 6 | 56,6 ± 8,0 | 4,3 ± 0,6 | 54,5 ± 2,0 | 4,4 ± 0,2 | 40,0 ± 2,2 | 3,6 ± 0,1 |
| <i>Inocybe patouillardii</i> | zus. | 3 | 87,9 ± 5,4 | 6,6 ± 0,7 | 76,9 ± 4,4 | 8,0 ± 0,8 | 41,9 ± 3,3 | 5,0 ± 1,0 |

waren die Differenzen nur selten statistisch zu sichern. Da alte Pilze aber zumeist auch wasserreicher waren, verwischten sich die Unterschiede beim Vergleich der entsprechenden Organe von Frischpilzen; hier konnte sich sogar eine umgekehrte Tendenz zeigen (Tab. 5). Vergleichsweise wenig Kalium enthielten die Sporen (Tab. 6).

Gegenüber dem Substrat war Kalium in den Fruchtkörpern auf das 20—40fache angereichert (Tab. 7).

Diskussion

A. Pflanzenphysiologische Aspekte. Untersuchungen zur Bedeutung monovalenter Kationen sind für höhere Pilze vergleichsweise selten und beschränken sich

fast ausschließlich auf die beiden Ascomyceten *Neurospora crassa* und *Saccharomyces cerevisiae*. Kalium ist, wie für alle Organismen, auch für Pilze unentbehrlich. Seine Aufnahme erfolgt aktiv und hoch selektiv selbst gegen sehr steile Gradienten: Unter experimentellen Bedingungen kann bei entsprechend niedriger Außenkonzentration die Anreicherung gegenüber dem Substrat das 5000fache erreichen. Als intracellulär überwiegendes Kation reguliert Kalium durch seine osmotischen Eigenschaften den Zellwassergehalt. Neben dieser unspezifischen Funktion hat es eine spezifische als Cofaktor zahlreicher Enzyme; damit nimmt es eine Schlüsselstellung im Stoffwechsel ein. Bei unzureichendem Angebot ist Kalium bis zu einem gewissen Grad ersetzbar durch andere Kationen, die vom Ka-

Tabelle 6. Kaliumgehalt von Sporen und zugehörigem Hutfleisch bei 6 Pilzproben aus 5 Arten

| Species | Kaliumgehalt der Trockensubstanz von | | |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------|
| | Hutfleisch g/kg | Sporen | |
| | | g/kg | = |
| <i>Clitocybe nebularis</i> | 48,5 | 9,0 | 18,6 |
| | 43,6 | 9,0 | 20,6 |
| <i>Lepista nuda</i> | 80,4 | 7,0 | 8,7 |
| <i>Lepista personata</i> | 95,0 | 5,8 | 6,1 |
| <i>Amanita muscaria</i> | 33,0 | 6,3 | 19,1 |
| <i>Agaricus silvicola</i> | 54,0 | 3,9 | 7,2 |
| | | $\bar{x} \pm s^{\sigma}(n=5)$ | 12,1 ± 3,0 |

lium-Carrier transportiert werden, zu ihm aber eine wesentlich geringere Affinität besitzen. Dem natürlichen Vorkommen entsprechend dient praktisch nur Natrium als Ersatz [19—35].

Wachstum setzt sowohl Volumenzunahme und damit vermehrte Aufnahme von osmotisch aktiven Salzen als auch hohe Stoffwechsellistung voraus. Beide Prozesse erfordern Kalium, und dementsprechend fanden wir hohe Kaliumgehalte bei Pilzen verbunden mit hohem Wassergehalt und großer Wachstumsgeschwindigkeit. Statistisch gesichert ist bei unserem Untersuchungsgut der Zusammenhang zwischen Kaliumgehalt und Wassergehalt; dabei sind, wie die Regressionsanalyse unserer Daten bestätigt, an der Regulation des Wasserhaushaltes auch andere Stoffe beteiligt. Erwiesen ist ferner, daß weitere, ererbte Faktoren den Kaliumgehalt mitbestimmen: Andernfalls müßten alle Pilze, zumindest alle auf dem gleichen Substrat gewachsenen, den gleichen Kaliumgehalt im Frischpilz aufweisen. Augenfällig ist ein Zusammenhang von Kaliumgehalt und Wachstumsgeschwindigkeit: Pilze, die wie manche *Coprinaceae* buchstäblich über Nacht aus dem Boden schießen, besitzen einen sehr hohen Kaliumgehalt. Dagegen sind die langsam wachsenden Porlinge kaliumarm — kaliumreichere Arten dieser Familie wie *Inonotus hispidus* oder *Fistulina hepatica* wachsen auch schneller. Sporen als ruhende Organe enthalten im Vergleich zu anderen Pilzgeweben auffallend wenig Kalium.

B. Diätetische Aspekte. Der erwachsene Mensch braucht pro Tag etwa 3—4 g Kalium. Eine gemischte, calorisch ausreichende Kost deckt diesen Bedarf. Infolgedessen kommt Kaliummangel durch ungenügende Zufuhr außer bei Hungerzuständen kaum vor. Häufig ist dagegen Kaliummangel durch vermehrten Kaliumverlust: Er ist Begleitsymptom von Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes, der Niere und des endokrinen Systems, insbesondere aber Nebenwir-

Tabelle 7. Kaliumanreicherung in den Fruchtkörpern von 8 Pilzarten gegenüber dem Substrat

| Species Fundort | Kalium im Boden bzw. in Laub u. Nadel- streu | Kalium im Fruchtkörper | Anreiche- rungs- faktor |
|---|---|---------------------------|-------------------------------|
| | g/kg Trockensubst. | g/kg Trockensubst. | |
| <i>Clitocybe gilva</i> Gamburg/Nordbaden Wald ^a | 1,2 | 45,0 | 37 |
| <i>Lepista personata</i> Gamburg/Nordbaden Wiese | 1,7 | 48,5 | 28 |
| <i>Macrolepiota rhacodes</i> Gamburg/Nordbaden Garten | 1,85 | 39,5 | 21 |
| <i>Agaricus augustus</i> Lally, Schweiz 1200 m ü. M. ^b | 1,8 | 38,5 | 21 |
| <i>Agaricus perrarius</i> Gamburg/Nordbaden Waldrand | 1,65 | 35,0 | 21 |
| <i>Agaricus silvicola</i> Gamburg/Nordbaden Wald | 1,3 | 42,0 | 32 |
| <i>Agaricus xanthodermus</i> Gamburg/Nordbaden Wiese | 1,3 | 42,0 | 32 |
| <i>Coprinus atramentarius</i> Oberdürrbach, U'franken Garten | 1,3 | 28,2 | 22 |

^a = Laubstreu

^b = Nadelstreu

kung der therapeutischen Gabe — bzw. des Mißbrauchs — von Diuretica und Abführmitteln. Leichter chronischer Kaliummangel läßt sich durch kaliumreiche Ernährung substituieren. Bei einer solchen Diät spielen Kartoffeln, Gemüse, Obst und Milch eine große Rolle [36—38]. Pilze verdienen hier Berücksichtigung. Relativ kaliumreich sind alle für Speisewecke geeigneten Pilzarten (in Stichproben von als sehr kaliumreich geltenden Gemüse- und Obstarten fanden wir je Kilogramm Frischgewicht: In Kartoffeln ca. 4 g, Karotten 3—4 g, Bananen 2,5—3 g; für Aprikosen werden 4,1 g Kalium angegeben [9]). Für die Praxis mag als Faustregel gelten: Ein Pilz ist um so kaliumreicher, je wasserreicher und raschwüchsiger er ist.

C. Toxikologische Aspekte. Kalium wird zum größten Teil durch die Niere eliminiert, und eine gesunde Niere bewältigt auch einen stark erhöhten Kaliuman-

fall. Als akut toxisch gelten 25 g Kaliumchlorid, entsprechend ca. 13 g Kalium, pro Tag; allerdings können schon kleinere Dosen (5 g Kaliumchlorid) Durchfälle hervorrufen [37, 39]. Die Toxizität hängt auch ab von der Blutkonzentration der natürlichen Kaliumantagonisten Natrium und Calcium, und erhebliche Anpassung an chronisch erhöhte Zufuhr ist möglich. Sehr kaliumempfindlich sind aber Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion. An erster Stelle zu nennen sind hier akutes Nierenversagen und chronische Niereninsuffizienz, die eine Dauer-Dialysebehandlung erfordert [38]. Ein Diätfehler kann in solchen Fällen zu einer lebensbedrohlichen Kaliumvergiftung führen: Fünf Bananen waren tödlich für eine Dialysepatientin [40].

Eine Anzahl von Erkrankungen nach dem Genuß von Pilzen — auch einzelne Todesfälle — bleiben immer ungeklärt. Die Beurteilung wird dadurch so schwierig, daß die toxischen Inhaltsstoffe der meisten sogenannten „schwach giftigen“ Pilze bisher unbekannt sind. Nicht selten handelt es sich aber auch um Pilze, die nicht als giftverdächtig gelten. Der hohe Kaliumgehalt der Pilze verdient hier Beachtung, insbesondere bei Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion.

Literatur

- König, J., Bömer, A.: Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl. S. 803—817, Berlin: Springer 1903
- Zellner, J.: Chemie höherer Pilze. S. 4—8, Leipzig W. Engelmann 1907
- König, J.: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel sowie der Gebrauchsgegenstände. Lehrbuch über ihre Gewinnung, Beschaffenheit und Zusammensetzung. 5. Aufl. S. 876, Berlin: Springer 1920
- Friese, W.: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. **57**, 604—613 (1929)
- Berg, R.: Die Nahrungs- und Genußmittel, ihre Zusammensetzung und ihr Einfluß auf die Gesundheit, mit besonderer Berücksichtigung der Aschenbestandteile. S. 46—47, Dresden: E. Pahl 1929
- Schall, H.: Nahrungsmitteltabelle zur Aufstellung und Berechnung von Diätverordnungen für Krankenhaus, Sanatorium und Praxis. 12. Aufl., Leipzig: J. A. Barth 1939
- Proudfit, F. T., Robinson, C. H.: Nutrition and Diet Therapy, p. 727. New York: Macmillan 1948
- McCane, R. A., Woddowson, E. M.: The Composition of Foods, p. 89. London: Her Majesty's Stationery Office 1960
- Documenta Geigy. Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl., S. 502. Basel: Geigy 1968
- Anderson, E. E.: Master's Thesis, Massachusetts State College 1942, zit. nach Gray, W. D.: The Use of Fungi as Food and in Food Processing, p. 28. London: Butterworths 1970
- Stegnar, P., Kosta, L., Byrne, A. R., Ravnik, V.: Chemosphere **2**, 57—63 (1973)
- Souci, Fachmann, Kraut, bearb. von Bosch, H.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 1962—1969, 1973, zit. nach Bötticher, W.: Technologie der Pilzverwertung, S. 35—38. Stuttgart: E. Ulmer 1974
- Seeger, R.: Deut. Lebensm.-Rundschau **73**, 160—162 (1977)
- Seeger, R.: At. Absorption Newslett. **15**, 45—46 (1976)
- Seeger, R.: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. **166**, 23—34 (1978)
- Analytische Methoden der Atom-Absorptions-Spektrophotometrie. Überlingen: Bodenseewerk Perkin-Elmer 1972
- Moser, M.: Basidiomyceten. II. Teil. Die Röhrlinge, Blätter- und Bauchpilze. In: Gams, H.: Kleine Kryptogamenflora IIb/2. Stuttgart: G. Fischer 1955
- Moser, M.: Ascomyceten. In: Gams, H.: Kleine Kryptogamenflora IIa. Stuttgart: G. Fischer 1963
- Moser, M.: Basidiomyceten. II. Teil. Die Röhrlinge und Blätterpilze (Agaricales). In: Gams, H.: Kleine Kryptogamenflora II b/2. Stuttgart: G. Fischer 1967
- Michael, E., Hennig, B.: Handbuch für Pilzfreunde. I. Die wichtigsten und häufigsten Pilze. Jena: G. Fischer 1968
- Michael, E., Hennig, B.: Handbuch für Pilzfreunde. II. Nichtblättermilchpilze. Jena: G. Fischer 1971
- Michael, E., Hennig, B.: Handbuch für Pilzfreunde. III. Hüllblätter und Leistiklinge. Jena: G. Fischer 1964
- Michael, E., Hennig, B.: Handbuch für Pilzfreunde. IV. Blätterpilze — Dunkelblätler. Jena: G. Fischer 1967
- Michael, E., Hennig, B.: Handbuch für Pilzfreunde. V. Milchlinge (Lactarii) und Täublinge (Russulae). Jena: G. Fischer 1970
- Jahn, H.: Mitteleuropäische Porlinge. Westfälische Pilzbriefe **4**, 1—143 (1963)
- Ricken, A.: Vademecum für Pilzfreunde. Lehre: J. Cramer 1969
- Cetto, B.: Der große Pilzführer. 2. Aufl. München-Bern-Wien: BLV Verlagsgesellschaft 1976
- Rinaldi, A., Tyndalo, V.: PilzAtlas. Bonn-Röttgen: Hörnemann 1974
- Lilly, V. G., Barnett, H. L.: Physiology of the Fungi, pp. 65—69. New York-Toronto-London: McGraw-Hill Book Company 1951
- Lilly, V. G. In: Ainsworth, G. C., Sussman, A. S. (Edit.): The Fungi. Vol. I. The Fungal Cell, pp. 163—178. New York-London: Academic Press 1965
- Rothstein, A. In: Ainsworth, G. C., Sussman, A. S. (Edit.): The Fungi. Vol. I. The Fungal Cell, pp. 429—455. New York-London: Academic Press 1965
- Suelter, C. H.: Science **168**, 789—795 (1970)
- Evans, H. J., Wildes, R. A. In: Potassium in Biochemistry and Physiology, pp. 13—39. Bern: International Potash Institute 1971
- Marschner, H. In: Potassium in Biochemistry and Physiology, pp. 50—63. Bern: International Potash Institute 1971
- Jennings, D. H. In: Lüttge, U., Pitman, M. G. (Edit.): Encyclopedia of Plant Physiology. Vol. 2/A. Transport in Plants, II/A. Cells, pp. 189—228. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1976
- Hazard, J., Renou, Ph., Perlemuter, L. In: Potassium in Biochemistry and Physiology, pp. 181—194. Bern: International Potash Institute 1971
- Meneely, G. R., Battarbee, H. D.: Nutr. Rev. **34**, 225—235 (1976)
- Zumkley, K. (Edit.): Klinik des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalts, S. 71—103, Stuttgart: G. Thieme 1977
- Blum, L.: Presse Méd. **28**, 685—688 (1920)
- Ritz, E., Andrassy, K., Ziegler, M., Krempien, B.: Deut. med. Wschr. **94**, 1765—1767 (1969)

Eingegangen am 20. April 1978