

## Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Erysiphaceen II. Der Eichenmehltau. *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl

Von Eberhard O. Speer

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Forstpflanzenkrankheiten\*), Hann. Münden)

### Summary

Anatomical and morphological studies on *M. alphitoides* Griff. et Maubl. and *M. hypophylla* Nevodovskij have shown that the different conditions on the upper and lower surfaces of the host leaves provoke a different development of the fungus. Additional parallel studies on other species aided by a new experimental method have proved that *M. hypophylla* Nevodovskij is merely a synonym for *M. alphitoides* Griff. et Maubl.

### Vorbermerkung

Vom ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts an begann sich bekanntlich ein Mehltau auf Eichen in wenigen Jahren über ganz Europa auszubreiten. Die Hauptfruchtform des Pilzes wurde 1910 gefunden und von Griffon und Maublanc (1912) unter dem Namen *Microsphaera alphitoides* erstmals beschrieben. In der Folgezeit wurde der Parasit von zahlreichen Mykologen in weit über hundert wissenschaftlichen Arbeiten untersucht. Es überrascht, daß die Beobachtungen der einzelnen Autoren oft stark voneinander abweichen. Die Angaben Blumers von 1933 und 1967 stimmen weder miteinander noch mit der Originalbeschreibung völlig überein. Beobachtungen anderer Autoren zeigen noch größere Divergenz: 1924 berichtet Buchheim von Perithezien mit einem mittleren Durchmesser von  $126\mu$ ; in England wurden von Robertson und Macfarlane (1946) Perithezien von  $180-200\mu$  gefunden.

Schon von 1925 an stellte Buchheim (1928) in Rußland wiederholt fest, daß ein Großteil der erkrankten Eichenblätter weniger oberseits –

---

\*) Herrn Prof. Dr. Heinz Butin und allen Mitgliedern des von ihm geleiteten Instituts danke ich für die gute wissenschaftliche und technische Zusammenarbeit. Ebenso danke ich den Herren Dr. S. Blumer, Wädenswil, Dr. W. Brandenburger, Bonn, und Dr. Müller, Zürich, für wertvolle Hinweise zum behandelten Thema bzw. für Literatur- und Vergleichsmaterial.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die das Vorhaben finanzierte, bin ich zu Dank verpflichtet.

wie es der Originalbeschreibung entsprochen hätte – als besonders unterseits befallen war. Auch Nevodovskij (1952) fand in der Umgebung von Moskau den Pilz hauptsächlich auf der Blattunterseite und nahm dies zum Anlaß, eine neue Art, *Microsphaera hypophylla*, zu beschreiben, wobei ihm der phytopathologische Aspekt wichtiger zu sein schien als der morphologische. Roll-Hansen (1961) emendierte Nevodovskijs lateinische Diagnose und stellte klar, daß die von Vlasov (1954) aufgestellte *Microsphaera silvatica* nom. nud. als ungültiges Synonym zu *M. hypophylla* zu betrachten ist.

### Problemstellung Methode

Die Tatsache, daß sich die für die beiden Arten (*Microsphaera alphitoides* und *M. hypophylla*) angegebenen Zahlenwerte der systematischen Kriterien in allen Fällen überschneiden, ließ erneut Zweifel daran aufkommen, ob es sich wirklich um zwei verschiedene Spezies handle, oder nur um eine einzige Art, die auf die verschiedensten Umweltbedingungen mit sichtbaren Veränderungen reagiere.

Zur Klärung dieser Frage wurde frisches und getrocknetes Material aus verschiedenen Klimazonen Europas untersucht. Zum Vergleich wurden zusätzlich andere Mehltauarten herangezogen, um besonders feststellen zu können:

1. ob es – entsprechend der Schädigung der Eichenblätter durch den Eichenmehltau – ein ebenso heterogenes Krankheitsbild an Wirtspflanzen dieser Mehltauart gebe;
2. ob die Konidienform im bisher angenommenen Maße artkonstant ist;
3. ob die Stärke der Blattepidermis für eine Mehltauanfälligkeit von Bedeutung sein könnte;
5. ob sich die Fruchtkörper von *Microsphaera*-Arten im allgemeinen und der beiden vorausgesetzten Eichenmehltau-Arten im besonderen durch konstante anatomische Merkmale unterscheiden;
5. ob im Experiment unter natürlichen Bedingungen die Vielgestaltigkeit der Anhängsel beim Eichenmehltau verschiedene Arten charakterisiere, oder lediglich bisher unberücksichtigte physikalische Einwirkungen zu erkennen gebe.

Zu diesem Zwecke wurden zur Zeit der ersten Primordien-Bildung befallene Eichenblätter derart um 180° gedreht, daß die auf der morphologischen Blattoberseite wachsenden Fruchtkörper gezwungen waren, sich auf der simulierten Blattunterseite zu entwickeln; in dieser Lage wurden die Blätter bis zur Sporenentwicklung um November mittels entsprechender Drahtkonstruktionen festgehalten.

Zur anatomischen Untersuchung der Fruchtkörper und der Differenzierung von Stütz- und Speicherflecht, resp. Hymenium, wurden dieselben auf ihrer natürlichen Unterlage in einem Gemisch aus Anilinblau-Milchsäure und Sudan III-Aethanol gefärbt und anschließend mit dem

Gefriermikrotom längs-geschnitten und in Glyzerin oder Milchsäure eingebettet.

Die natürliche Lage der Asci und Ascosporen im Perithezium konnte durch Bleichen der meist stark pigmentierten Fruchtkörper in 20%igem  $\text{H}_2\text{O}_2$ , versetzt mit  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  sichtbar gemacht werden (vgl. Speer 1961). Durch dieses Verfahren werden die Fruchtkörper völlig hyalin und unter dem Mikroskop in jeder optischen Ebene „durchschaubar“ (vgl. Tafel I, Abb. a–c).

## Eigene Ergebnisse und Beobachtungen

### A. Das Krankheitsbild

Es können 4 wichtige Krankheitsbilder unterschieden werden:

- a) Dichtes Myzel überzieht meist junge Blätter auf beiden Seiten. Die Blätter werden deformiert, im Wachstum gehemmt, zeigen bald graubraune nekrotische Flecken und sterben schließlich ab.
- b) Dichtes Myzel bildet weiße Flecken auf der Oberseite ausgewachsener Blätter; Deformation findet selten statt. Begrenzte Stellen können absterben.
- c) Das oberseitige Myzel formiert sich zu mehr oder weniger begrenzten Flecken; im weiteren Krankheitsverlauf wachsen einzelne Hyphen über diese Flecken hinaus, überwachsen den Blattrand und überziehen die Blattunterseite als feines Geflecht. Deformation ist selten zu beobachten.
- d) Lockeres Myzel bildet auf der Unterseite der ausgewachsenen Blätter einen feinen, selten fleckigen Überzug; Blattdeformationen treten dabei sehr selten auf.

Ähnlich vielgestaltige Krankheitsbilder, für die nur ein einziger Erreger verantwortlich ist, können auch bei Mehltauerkrankungen anderer Pflanzen festgestellt werden, besonders bei *Microsphaera viburni* (Duby) Blumer auf *Viburnum opulus* L. und *Microsphaera divaricata* (Wallr. ex. Link) Lév. auf *Frangula alnus* Miller. Verantwortlich für Anfälligkeit und Krankheitsverlauf sind nicht nur die Konditionen, die der Pilz mitbringt, sondern auch der Widerstand, den die Wirtspflanze dem Eindringen der Haustorien entgegensetzt. In der Regel wird um den Infektionsporus, mit dem das Haustorium die äußere Epidermiswand durchsticht, eine zentripetale Wandverdickung gebildet (Tafel II, c). Dieser Kegel aus Wandsubstanz wird jedoch in den meisten Fällen vom Haustorium durchbrochen und kann somit die Infektion nur verzögern, nicht verhindern. Einen wirksameren Schutz scheint eine dickere Außenwand der Blattepidermiszellen zu bieten, die ich bei *Quercus coccifera* L. und *Quercus ilex* L. nachweisen konnte. Selbst in nächster Nähe von über und über befallenen Flaumeichen konnte ich auf *Quercus coccifera* nur äußerst selten, auf *Q. ilex* nie infizierte Blätter finden. Dies ist nicht erstaunlich, da ich für einen Befall eine bevorzugte Stärke der Epidermiszellenaußen-

Tabelle I

| Nr. | Wirtspflanze         | (Blätter) | Epidermiszellen-<br>Außenwand in $\mu$ |            | Befallsgrad * |            | Pilz                            | Herkunft         |
|-----|----------------------|-----------|----------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------------------------|------------------|
|     |                      |           | Oberseite                              | Unterseite | Oberseite     | Unterseite |                                 |                  |
| 1   | <i>Quercus robur</i> |           | 4-5                                    | 2-3        | 4-5           | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Österreich       |
| 2   | <i>Quercus robur</i> |           | 3,5-6                                  | $\pm 2,5$  | 4             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederösterreich |
| 3   | <i>Quercus robur</i> |           | 5-7                                    | 3-4        | 3             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederösterreich |
| 4   | <i>Quercus robur</i> |           | 4-5                                    | 3-4        | 4-5           | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederösterreich |
| 5   | <i>Quercus robur</i> |           | 4-7                                    | 3-4        | 4-5           | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Wienerwald       |
| 6   | <i>Quercus robur</i> |           | 6-8                                    | 3-5        | 2             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederösterreich |
| 7   | <i>Quercus robur</i> |           | 7-9                                    | $\pm 3$    | 3             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Wien             |
| 8   | <i>Quercus robur</i> | jung      | 5-7                                    | 2-4        | 5             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederösterreich |
|     | <i>Quercus robur</i> | alt       | 5-7                                    | 2-4        | 2             | 0          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederösterreich |
| 9   | <i>Quercus robur</i> | jung      | 5-7                                    | 2-3        | 2             | 0          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederbayern     |
|     | <i>Quercus robur</i> | alt       | 5-7                                    | 2-3        | 0             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Niederbayern     |
| 10  | <i>Quercus robur</i> |           | 4-6                                    | 2,5-3      | 2             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ober-Rhein       |
| 11  | <i>Quercus robur</i> |           | 4-5                                    | 2-3        | 2             | 4          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ober-Rhein       |
| 12  | <i>Quercus robur</i> | jung      | 4-5                                    | 2-3        | 2             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ober-Rhein       |
|     | <i>Quercus robur</i> | alt       | 4-5                                    | 2-3        | 4             | 0          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ober-Rhein       |
| 13  | <i>Quercus robur</i> | jung      | 5-7                                    | 3-4        | 4             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
|     | <i>Quercus robur</i> | alt       | 5-7                                    | 3-4        | 4-5           | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 14  | <i>Quercus robur</i> | jung      | 4-7                                    | 2-4        | 4-5           | 4-5        | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
|     | <i>Quercus robur</i> | alt       | 4-7                                    | 2-4        | 4             | 4-5        | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 15  | <i>Quercus robur</i> |           | 6-8                                    | 3-4        | 4             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 16  | <i>Quercus robur</i> |           | 5-8                                    | $\pm 2$    | 4             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 17  | <i>Quercus robur</i> |           | 2,5-4                                  | 1-2        | 4             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 18  | <i>Quercus robur</i> |           | $\pm 5$                                | $\pm 2,5$  | 5             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 19  | <i>Quercus robur</i> |           | 4-6                                    | $\pm 2$    | 2             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |
| 20  | <i>Quercus robur</i> |           | $\pm 5$                                | 2-3        | 4             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald      |

\* Befall von 1 nach 5 zunehmend

| Nr. | Wirtspflanze           | (Blätter) | Epidermiszellen-<br>Außenwand in $\mu$ |            | Befallsgrad * |            | Pilz                            | Herkunft      |
|-----|------------------------|-----------|----------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------|
|     |                        |           | Oberseite                              | Unterseite | Oberseite     | Unterseite |                                 |               |
| 21  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 5$                                | $\pm 2$    | 4             | 5          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald   |
| 22  | <i>Quercus robur</i>   |           | 5-7                                    | 3-4        | 4             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald   |
| 23  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 2$                                | $\pm 1,5$  | 2             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald   |
| 24  | <i>Quercus robur</i>   |           | 5-7                                    | 3-5        | 4             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schwarzwald   |
| 25  | <i>Quercus robur</i>   |           | 4-5                                    | 2-3        | 0             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Oberlausitz   |
| 26  | <i>Quercus robur</i>   |           | 4-5                                    | 2-3        | 5             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Hessen        |
| 27  | <i>Quercus robur</i>   |           | 5-7                                    | $\pm 2$    | 4             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Hessen        |
| 28  | <i>Quercus robur</i>   |           | 3-6                                    | 2-3        | 4             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Hessen        |
| 29  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 5$                                | $\pm 3$    | 5             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Sussex        |
| 30  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 6$                                | $\pm 3$    | 3             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Warwickshire  |
| 31  | <i>Quercus robur</i>   |           | 3-5                                    | 2-3        | 2             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Warwickshire  |
| 32  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 5$                                | 2-3        | 2             | 5          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 33  | <i>Quercus robur</i>   |           | 3-5                                    | $\pm 2$    | 3             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 34  | <i>Quercus robur</i>   |           | 2-4                                    | 1-2        | 3             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 35  | <i>Quercus robur</i>   | jung      | 4-5                                    | 2-2,5      | 2             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
|     | <i>Quercus robur</i>   | alt       | 4-5                                    | 2-2,5      | 1             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 36  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 5$                                | $\pm 3$    | 0             | 4          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 37  | <i>Quercus robur</i>   |           | 5-7                                    | 2-4        | 1             | 5          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 38  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 7$                                | 2,5-3      | 2             | 5          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Schweiz       |
| 39  | <i>Quercus robur</i>   |           | 5-6                                    | 2-3        | 2             | 5          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Polen         |
| 40  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 2$                                | $\pm 1$    | 5             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Polen         |
| 41  | <i>Quercus robur</i>   |           | 2-4                                    | 3-6        | 5             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Litauen       |
| 42  | <i>Quercus robur</i>   |           | 4-5                                    | 2-2,5      | 1             | 4          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Norwegen      |
| 43  | <i>Quercus robur</i>   |           | 2-3                                    | 3-5        | 5             | 2          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Finnland      |
| 44  | <i>Quercus robur</i>   |           | 5-7                                    | 4-6        | 1             | 5          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Finnland      |
| 45  | <i>Quercus robur</i>   |           | 4-5                                    | $\pm 2$    | 3             | 3          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Finnland      |
| 46  | <i>Quercus robur</i>   |           | $\pm 3$                                | $\pm 2$    | 5             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Karelien      |
| 47  | <i>Quercus petraea</i> |           | $\pm 5$                                | $\pm 3$    | 3             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ile de France |
| 48  | <i>Quercus petraea</i> |           | 5-7                                    | 4-5        | 3             | 1          | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ile de France |

|    |                            |      |       |       |   |   |                                 |                  |
|----|----------------------------|------|-------|-------|---|---|---------------------------------|------------------|
| 49 | <i>Quercus robur</i>       |      | 5-6   | 2-4   | 4 | 1 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Lothringen       |
| 50 | <i>Quercus robur</i>       |      | 4-5   | 2-3   | 3 | 2 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Lothringen       |
| 51 | <i>Quercus pubescens</i>   |      | 3-3,5 | 1-2   | 4 | 2 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Korsika          |
| 52 | <i>Quercus ilex</i>        | jung | 13-18 | 12-16 | 0 | 0 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Korsika          |
|    | <i>Quercus ilex</i>        | alt  | 15-22 | 8-13  | 0 | 0 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Korsika          |
| 53 | <i>Quercus coccifera</i>   | jung | 12-14 | 6-10  | 1 | 1 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Korsika          |
| 54 | <i>Quercus pubescens</i>   |      | 5-7   | 4-6   | 4 | 2 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Sardinien        |
| 55 | <i>Quercus pubescens</i>   |      | 4-6   | 2-3   | 4 | 2 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Umbrien          |
| 56 | <i>Quercus robur</i>       |      | 6-8   | 3-5   | 3 | 2 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Slavonien        |
| 57 | <i>Quercus pubescens</i>   |      | 2-4   | 1-2   | 5 | 2 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ungarn           |
| 58 | <i>Quercus pubescens</i>   |      | 4-6   | 3-4   | 4 | 3 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Ungarn           |
| 59 | <i>Quercus robur</i>       |      | 4-6   | 3-4   | 1 | 5 | <i>Microsphaera alphitoides</i> | Rumänien         |
| 60 | <i>Viburnum opulus</i>     |      | 5-8   | 3-5   | 1 | 5 | <i>Microsphaera viburni</i>     | Steiermark       |
| 61 | <i>Viburnum tinus</i>      |      | ±5    | 3-5   | 4 | 4 | <i>Microsphaera viburni</i>     | Paris            |
| 62 | <i>Viburnum lantana</i>    |      | ±5    | 3-5   | 3 | 3 | <i>Microsphaera Hedwigii</i>    | Schwarzwald      |
| 63 | <i>Berberis vulgaris</i>   |      | 4-5   | 4-5   | 3 | 1 | <i>Microsphaera berberidis</i>  | Wien             |
| 64 | <i>Euonymus europaeus</i>  |      | 3-4   | 2-3   | 1 | 5 | <i>Microsphaera euonymi</i>     | Niederösterreich |
| 65 | <i>Euonymus europaeus</i>  |      | 5-7   | 4-5   | 3 | 5 | <i>Microsphaera euonymi</i>     | Schwarzwald      |
| 66 | <i>Acer platanoides</i>    | jung | ±5    | 3-4   | 2 | 0 | <i>Uncinula Tulasnei</i>        | Wien             |
|    | <i>Acer platanoides</i>    | alt  | 7-8   | 4-5   | 0 | 2 | <i>Uncinula Tulasnei</i>        | Wien             |
| 67 | <i>Acer pseudoplatanus</i> | jung | 3-4   | ±1,5  | 5 | 4 | <i>Uncinula bicornis</i>        | Niederösterreich |
|    | <i>Acer pseudoplatanus</i> | alt  | 3-4   | ±2    | 3 | 5 | <i>Uncinula bicornis</i>        | Niederösterreich |
| 68 | <i>Sorbus aucuparia</i>    |      | ±4    | ±3    | 2 | 3 |                                 | Schwarzwald      |
| 69 | <i>Berberis aquifolium</i> |      | 3-4   | 2-3   | 2 | 4 | <i>Oidium</i> sp.               | Wien             |

\* Befall von 1 nach 5 zunehmend

wand von  $3-6\mu$  für die Blattoberseite und von  $2,5-5\mu$  für die Blattunterseite berechnen konnte (vgl. Tabelle I). Die breite Streuung kann u. a. auf individuelle physiologische Disposition der Wirtspflanzen, besonders aber auf Witterungseinflüsse zurückgeführt werden, wofür die Beobachtung spricht, daß auf Blättern, die ursprünglich z. T. stark befallen waren, im Laufe einer mehrwöchigen Regenperiode das oberseitige Myzel samt Fruchtkörpern in der Entwicklung nicht nur stark gehemmt, sondern oft weitgehend abgestorben war, wohingegen auf den künstlich nach unten gedrehten Blattoberseiten die Entwicklung des Pilzes meist bis zur Sporenbildung weitergegangen war.

## B. Die Nebenfruchtform

Die Konidienträger könnten von unterschiedlicher Länge sein; diese schwankt zwischen  $60$  und  $200\mu$  und ist in ein und demselben Konidienrasen in den seltensten Fällen konstant.

Die Konidien, deren Gestalt bisher als systematisch signifikant angesehen wurde, zeigten sich ebenfalls als sehr variable Gebilde: alle Möglichkeiten und Übergänge zwischen ellipsoidisch und zylindrisch können in einem Konidienrasen vorkommen. In der Regel ist die Primärkonidie ellipsoidisch, die Folgekonidien sind tonnenförmig bis zylindrisch mit abgerundeten Enden. Die in großer Zahl gebildeten Konidien bleiben auf Blattoberseiten oft als mehligte Masse liegen und bestehen zu einem großen Teil aus Primärkonidien. Von den Blattunterseiten abgeschnürte Konidien werden leichter vom Luftstrom fortgetragen, so daß man dort – zumal die Infektion hier erst zur Zeit der Perithezienbildung ins Auge sticht – häufiger die letzten, meist zylindrischen Folgekonidien findet. Dies mag für die abweichenden Maße der auf den Blattunterseiten gewachsenen Konidien mitverantwortlich sein (vgl. Tabelle II).

## C. Die Hauptfruchtform

Grundsätzlich konnte für Mehлтаupilze festgestellt werden, daß dichtes Myzel die Entwicklung nahe beieinanderstehender Fruchtkörper in großer Zahl ermöglicht. Hingegen bildet lockeres Myzel dementsprechend zerstreut liegende Fruchtkörper.

Nachdem sich an Fruchtkörper-Längsschnitten gezeigt hatte, daß sich die Gattungen der Erysiphaceen anatomisch unterscheiden lassen (vgl. Speer, im Druck), wurde untersucht, ob sich die Fruchtkörper nahe verwandter Arten einer Gattung nach ihrem anatomischen Bau trennen ließen. Zu diesem Zweck wurden zwei *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. nahestehende Arten, *Microsphaera viburni* (Duby) Blumer und *Microsphaera divaricata* (Wallr. ex Link) Lév. mit dieser und untereinander verglichen:

Bei *M. viburni* ist der Atrosklerocortex in der Regel dreischichtig und durchgehend gleichmäßig pigmentiert; hingegen ist beim durchschnittlich

Tabelle III

| Nr. | Pilz                            | Konidienmaße in $\mu$<br>dominanter Wert in Klammern | Blattseite | Wirtspflanze             | Herkunft      |
|-----|---------------------------------|------------------------------------------------------|------------|--------------------------|---------------|
| 1   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–37 × 14–17 (31 × 16)                              | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Marchfeld     |
| 2   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–36 × 14–17 (30 × 14)                              | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Wienerwald    |
| 3   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–40 × 15–21 (34 × 16)                              | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 4   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 24–34 × 12–20 (29 × 15)                              | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 5   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 25–35 × 12–17                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 6   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 26–33 × 18–19 (31 × 18,5)                            | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 7   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 23–31 × 16–20 (27 × 18)                              | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 8   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 24–33 × 14–18                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 9   | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–40 × 14–23                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 10  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–36 × 10–15                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
|     | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–42 × 14–20                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 11  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–35 × 14–18                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
|     | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 30–40 × 14–17                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 12  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–35 × 16–22 (32 × 19)                              | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Schwarzwald   |
| 13  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 32–39 × 14–16                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Ober-Rhein    |
| 14  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–36 × 15–23 (34 × 18)                              | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Hessen        |
| 15  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–38 × 14–21                                        | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Sussex        |
|     | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–31 × 15–17                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Sussex        |
| 16  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–31 × 15–17                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Sussex        |
| 17  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | (30 × 18)                                            | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Finnland      |
|     | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 31–35 × 13–20                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Finnland      |
| 18  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 30–39 × 17–22 (30 × 17,5)                            | oben       | <i>Quercus robur</i>     | Karelien      |
| 19  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 26–31 × 16–18                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Polen         |
| 20  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 25–38 × 16–19 (33 × 18)                              | oben       | <i>Quercus petraea</i>   | Ile de France |
| 21  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 34–40 × 16–18                                        | unten      | <i>Quercus petraea</i>   | Ile de France |
| 22  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–38 × 17–19                                        | oben       | <i>Quercus coccifera</i> | Korsika       |
| 23  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 28–39 × 17–20                                        | oben       | <i>Quercus pubescens</i> | Sardinien     |
| 24  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 25–34 × 15–19                                        | oben       | <i>Quercus pubescens</i> | Umbrien       |
| 25  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 35–48 × 15–16                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Bukarest      |
| 26  | <i>Microsphaera alphitoides</i> | 27–36 × 14–16                                        | unten      | <i>Quercus robur</i>     | Schweiz       |

Tabelle III

| Nr.                                    | Perithezien-<br>durchmesser in $\mu$ * | Anzahl          | Pilz<br>Anhängsel<br>Länge in $\mu$ | Ver-<br>zwei-<br>gung |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 82—110 (93)                            | 2—10            | $\pm 100$                           | 6                     |
| 2 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 90—142 (100; 120)                      | 8—28            | 70—160 (110)                        | 6 (4—5)               |
| 3 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 74—125 (104)                           | 6—17            | 70—160 (100)                        | 6 (5)                 |
| 4 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 105—137 (110)                          | 14—28           | 80—130 (100)                        | 4 (4)                 |
| 5 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 95—125 (115)                           | 8—30            | 70—130 (100)                        | 4 (4—5)               |
| 6 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 83—128 (99)                            | 7—24            | 90—240 (160)                        | (6)                   |
| 7 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 78—118 (92)                            | 8—21            | 70—150 (110)                        | (5)                   |
| 8 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 85—135 (120)                           | 10—30           | 70—200 (150)                        | 7 (6)                 |
| 9 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i>  | 88—135 (118)                           | 6—21            | 65—125 (90)                         | 6 (5)                 |
| 10 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> |                                        | 1—10 (MW 6,1)   | MW 85                               | 6 (5)                 |
| 11 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | 88—140 (MW 113,1)                      | 3—12 (MW 7,5)   | MW 98                               | 7 (6)                 |
| 12 <i>Microsphaera<br/>divaricata</i>  |                                        | 20—200 (MW 119) | 20—200 (MW 119)                     | 7 (4—6)<br>8 (7)      |
| 13 <i>Microsphaera<br/>divaricata</i>  |                                        |                 | MW 271                              | 5                     |
| 14 <i>Microsphaera<br/>divaricata</i>  |                                        |                 | MW 346                              | 7                     |
| 15 <i>Microsphaera<br/>divaricata</i>  |                                        |                 | MW 190                              | 5                     |
| 16 <i>Microsphaera<br/>Friesii</i>     |                                        |                 | MW 342                              | 6                     |
|                                        |                                        |                 | MW 245                              | 5                     |
|                                        |                                        |                 | MW 294                              | 6                     |
|                                        |                                        |                 | 50—110 (75.MW 72)                   | 4 (2)                 |
|                                        |                                        |                 | 60—100 (90.MW 86)                   | 6 (5)                 |
| 16 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> |                                        | 2—10 (MW 6)     | MW 85,4                             | 6 (5)                 |
|                                        |                                        | 3—14 (MW 7,5)   | MW 98,2                             | 5 (5)                 |

\* dominante Werte in Klammern

MW = Mittelwert

O = Blattoberseite

U = Blattunterseite

n = normale Blattstellung

g = Blatt um 180° gedreht

Tabelle III (Fortsetzung)

| Nr.                                    | Perithezien-<br>durchmesser in $\mu$ * | Anzahl  | Pilz<br>Anhängsel<br>Länge in $\mu$ | Ver-<br>zwei-<br>gung |
|----------------------------------------|----------------------------------------|---------|-------------------------------------|-----------------------|
| 17 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | MW 111,2                               |         | MW 90,9                             | 6 (6)                 |
|                                        | MW 98,2                                |         | MW 98,7                             | 7 (6)                 |
|                                        | $\pm 100$                              |         | MW 75                               | 2                     |
| 18 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | $\pm 120$                              | 8—15    | MW 80                               | 4                     |
|                                        | MW 104,2                               | 12—21   | MW 88,3                             | 7 (6)                 |
| 19 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | MW 99,5                                | 3—18    | MW 76,8                             | 6 (4)                 |
|                                        | MW 106                                 | 9—22    | MW 91                               | 7 (6)                 |
|                                        | MW 103,4                               | 6—20    | MW 82,6                             | 6 (6)                 |
| 20 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | MW 98,9                                | MW 11,4 | MW 73,5                             | 6 (5)                 |
|                                        | MW 111,9                               | MW 11,7 | MW 109,4                            | 7 (6)                 |
| 21 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | MW 100                                 | 7—18    | MW 71,5                             | 4                     |
|                                        | MW 118                                 | 8—19    | MW 106,3                            | 8 (6)                 |
|                                        | MW 96,6                                | 9—12    | MW 91,9                             | 7 (6)                 |
| 22 <i>Microsphaera<br/>alphitoides</i> | MW 115,5                               | 10—15   | MW 90                               | 6 (3)                 |
|                                        | MW 116,7                               | 9—16    | MW 99,8                             | 6 (6)                 |

dominante Werte in Klammern

W = Mittelwert

= Blattoberseite

= Blattunterseite

= normale Blattstellung

= Blatt um 180° gedreht

| Gestalt                                           | Bef.<br>grad | Blatt-<br>seite | Blatt-<br>stellung | Wirtspflanze              | Herkunft         |
|---------------------------------------------------|--------------|-----------------|--------------------|---------------------------|------------------|
| oft gestaucht, verkrümmt<br>dem Blatt anliegend   | 3<br>1       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Bayern           |
| oft gestaucht, verkrümmt<br>dem Blatt anliegend   | 5<br>2       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Litauen          |
| oft gestaucht, verkrümmt<br>dem Blatt anliegend   | 5<br>2       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Finnland         |
| oft gestaucht, verkrümmt<br>dem Blatt anliegend   | 5<br>1       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Karelien         |
| oft gestaucht, verkrümmt<br>dem Blatt anliegend   | 5<br>1       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus pubescens</i>  | Ungarn           |
| bogenförmig abstehend                             | 1<br>5       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Schweiz          |
| bogenförmig abstehend                             | 1<br>5       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Rumänien         |
| bogenförmig abstehend                             | 1<br>5       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Finnland         |
| oft gestaucht, verkrümmt<br>dem Blatt anliegend   | 3<br>4       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Finnland         |
| bogenförmig abstehend                             |              |                 |                    |                           |                  |
| oft gestaucht, verkrümmt<br>bogenförmig abstehend | 5<br>5       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus petraea</i>    | Kaiserstuhl      |
| anliegend, verkrümmt<br>bogenförmig abstehend     | 0—2<br>5     | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Norwegen         |
| oft verkrümmt, anliegend<br>gerade, abstehend     | 5<br>4       | O<br>U          | n                  | <i>Frangula alnus</i>     | Niedersachsen    |
| oft verkrümmt, anliegend<br>gerade, abstehend     | 5<br>5       | O<br>U          | n                  | <i>Frangula alnus</i>     | Niedersachsen    |
| oft verkrümmt, anliegend<br>gerade, abstehend     | 4<br>5       | O<br>U          | n                  | <i>Frangula alnus</i>     | Niedersachsen    |
| gestaucht, verkrümmt<br>anliegend                 | 4            | O               | n                  | <i>Rhamnus cathartica</i> | Niederösterreich |
| glatt, bogenförmig<br>abstehend                   | 4            | U               |                    |                           |                  |
| meist verkrümmt,<br>anliegend                     | 3<br>1       | O<br>U          | n                  | <i>Quercus robur</i>      | Niedersachsen    |

| Gestalt                 | Bef.<br>grad | Blatt-<br>seite | Blatt-<br>stellung | Wirtspflanze         | Herkunft      |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|----------------------|---------------|
| gerade oder bogenförmig | 4<br>1       | O<br>U          | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
| dem Blatt anliegend     | 2            | O               | n                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
| abstehend               | 4            | U               |                    |                      |               |
| abstehend               | 5            | O               | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
| anliegend verkrümmt     | 1            | U               |                    |                      |               |
| anliegend               | 2            | O               | n                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 2            | U               |                    |                      |               |
| ± abstehend             | 5            | O               | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 1            | U               |                    |                      |               |
| gestaucht, anliegend    | 3            | O               | n                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
| gerade abstehend        | 4            | U               |                    |                      |               |
| abstehend               | 4            | O               | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 1            | U               |                    |                      |               |
| anliegend, gestaucht    | 2            | O               | n                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 2            | U               |                    |                      |               |
| bogenförmig abstehend   | 3            | O               | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 1            | U               |                    |                      |               |
| anliegend               | 2            | O               | n                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
| meist abstehend         | 3            | U               |                    |                      |               |
| meist abstehend         | 4            | O               | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 1            | I               |                    |                      |               |
| anliegend               | 2            | O               | n                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 2            | U               |                    |                      |               |
| starr abstehend         | 4            | O               | g                  | <i>Quercus robur</i> | Niedersachsen |
|                         | 3            | U               |                    |                      |               |

vierschichtigen Kortex von *M. divaricata* ein deutlicher, schwach gefärbter Epicortex zu unterscheiden (Tafel II, a, b). Während sich die beiden Arten somit deutlich voneinander trennen lassen, gibt es im anatomischen Bau von *M. alphitoides* und *M. hypophylla* keine Unterschiede, die auf zwei verschiedene Arten schließen lassen; bei beiden ist der Atrosklerocortex meistens vier- bis fünfschichtig und seine äußere Schicht stellt einen schwächer pigmentierten, zartwandigen Epicortex dar (Tafel III).

Da sich genannte Autoren bei der Abtrennung der Art *M. hypophylla* in erster Linie auf die unterschiedliche Länge, Verzweigungsvielfalt und Gestalt der bei beiden etwas über der Mitte entspringenden Anhängsel stützen, richtete ich mein Augenmerk besonders auf diese Kriterien. Und ich kann bestätigen, daß die Anhängsel der auf der Blattunterseite gewachsenen Fruchtkörper meist zahlreicher, länger und stärker verzweigt waren, als die auf Blattoberseiten gewachsenen (vgl. Tafel III). Nach Blumer (1967) sind die Anhängsel von *M. alphitoides* meist dem Blatt anliegend, jene von *M. hypophylla* bogenförmig aufsteigend. In Wirklichkeit hängen sie aber bogenförmig herab, bezogen auf ihre wirkliche Lage an der Unterseite der Blätter.

Die gleichen Erscheinungen konnten wir bei anderen *Microsphaera*-Arten beobachten. So sind die Anhängsel von *M. friesii* Lév., *M. astragali* (DC. ex Mérat) Trevisan und *M. divaricata* (Wallr. ex. Link) Lév. blattoberseits dem Blatt mehr oder weniger anliegend, blattunterseits vom Blatt absteigend, d. h., herabhängend, und außerdem sind letztere länger und stärker verzweigt (vgl. Tabelle III, 1–15).

An befallenen Eichenblättern, die nach eingangs erwähnter Methode umgedreht worden waren, zeigte sich, daß Fruchtkörper, die auf der Blattoberseite angelegt waren, sich wie echte „*Hypophylla*“-Fruchtkörper entwickelten und umgekehrt (vgl. Tabelle III, 16–22).

Der Vergleich der Asci und Ascosporen hat gezeigt, daß Größe und Anzahl der Sporenschläuche und Sporen nicht nur von Blatt zu Blatt, sondern von Befallsherd zu Befallsherd starken Schwankungen ausgesetzt ist. Ein statistisches Erfassen der Unterschiede an und in Fruchtkörpern von der Blattoberseite im Vergleich mit solchen von der Blattunterseite muß aber sinnlos erscheinen, solange nicht alle ökologischen Einflüsse gemessen und reproduziert werden können.

Dennoch läßt sich sagen, daß Zahl und Abmessungen der Asci und Sporen bei *M. alphitoides* und *M. hypophylla* keine größeren Abweichungen voneinander zeigen, als dies innerhalb anderer Arten zu beobachten ist. Dasselbe gilt auch für den Durchmesser der Perithezien (vergl. Tabelle III).

Auf der Grundlage der vorangegangenen, vergleichenden Untersuchungen schlage ich deshalb vor, den Namen *Microsphaera hypophylla* Nevodovskij als Synonym von *Microsphaera alphitoides* Griffon et Maublanc zu betrachten.

## Zusammenfassung

Vergleichend-anatomische und morphologische Untersuchungen an *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. und *M. hypophylla* Nevodovskij haben gezeigt, daß die unterschiedlichen Lebensbedingungen, die auf der Ober- und der Unterseite der Blätter der Wirtspflanzen herrschen, zu verschiedenartiger Entwicklung des Parasiten führt. Durch zusätzliche Paralleluntersuchungen an anderen Mehltauarten und mittels einer neuen experimentellen Methode konnte nachgewiesen werden, daß *M. hypophylla* Nevodovskij lediglich als Synonym von *M. alphitoides* Griff. et Maubl. anzusehen ist.

## Résumé

Des observations comparées, anatomiques et morphologiques, effectuées sur la *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. et la *Microsphaera hypophylla* Nevodovskij ont apporté la preuve que les différentes conditions écologiques qui règnent sur les surfaces supérieure et inférieure des feuilles parasitées, provoquent un développement différent du champignon. Il ressort d'observations supplémentaires, effectuées parallèlement sur d'autres erysiphacées et par une méthode expérimentale nouvelle, que *M. hypophylla* Nevodovskij n'est qu'un synonyme de *M. alphitoides* Griff. et Maubl.

## Literaturverzeichnis

- Blumer, S. (1933): Die Erysiphaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. In: Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz **7** (1): 483 S.
- Blumer, S. (1967): Echte Mehltaupilze (Erysiphaceae). G. Fischer Verlag, Jena, 436 S.
- Buchheim, A. (1924): Zur Kenntnis des Eichenmehltaus. Z. Pflanzenkrankh. **34**: 1–11.
- Buchheim, A. (1928): Biologisch-morphologische Untersuchungen an Erysiphaceen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **46**: 167–180.
- Nevodovskij, G. S. (1952): (Pilze der UdSSR). Griby SSSR **1** (4) (russ.).
- Robertson, N. & Mc Farlane, J. (1946): The occurrence of perithecia of the oak mildew in Britain. Trans. Brit. Mycol. Soc. **29**: 219–220.
- Roll-Hansen, F. (1961): *Microsphaera hypophylla* Nevodovskij (*M. silvatica* Vlasov), an oak powdery mildew fungus. Medd. Morske Skogforsöksvesen **17** (59): 39–61.
- Speer, E. O. (1961): Bleichung und Färbung von Schnitten durch dunkle Pilzfurchtkörper. Sydowia **21**: 316–317.
- Speer, E. O. (im Druck): Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Erysiphaceen. I. Die Gattung *Blumeria* Golovin und ihre Typusart *Erysiphe graminis* DC. Sydowia **27**, im Druck.
- Vlasov, A. A. (1954): Vozbutideli mučnistoj rosy duba v evropejskoj časti SSSR. Trud. Inst. Lesa **16**: 144–77.

## Erklärung der Abbildungen

### Tafel I

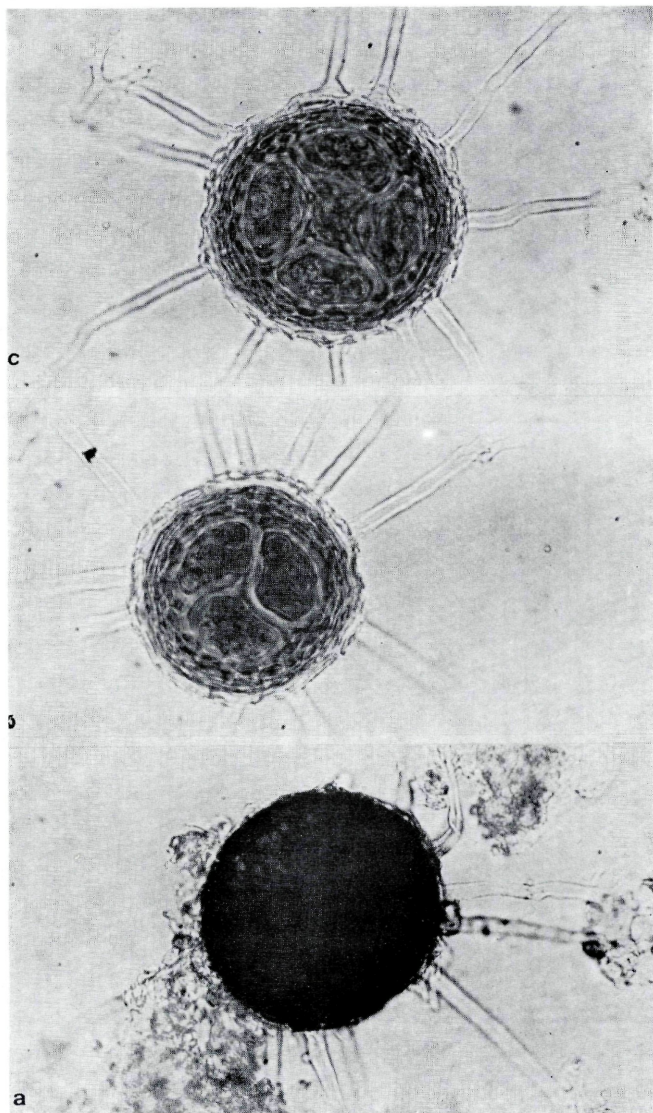
- a) *Microsphaera alphitoides*, Fruchtkörper ungebleicht, undurchsichtig. Vergr. ca. 400fach.
- b) und c) *M. alphitoides*, Fruchtkörper, gebleicht; Asci und Sporen sind erkennbar. Vergr. ca. 400fach.

### Tafel II

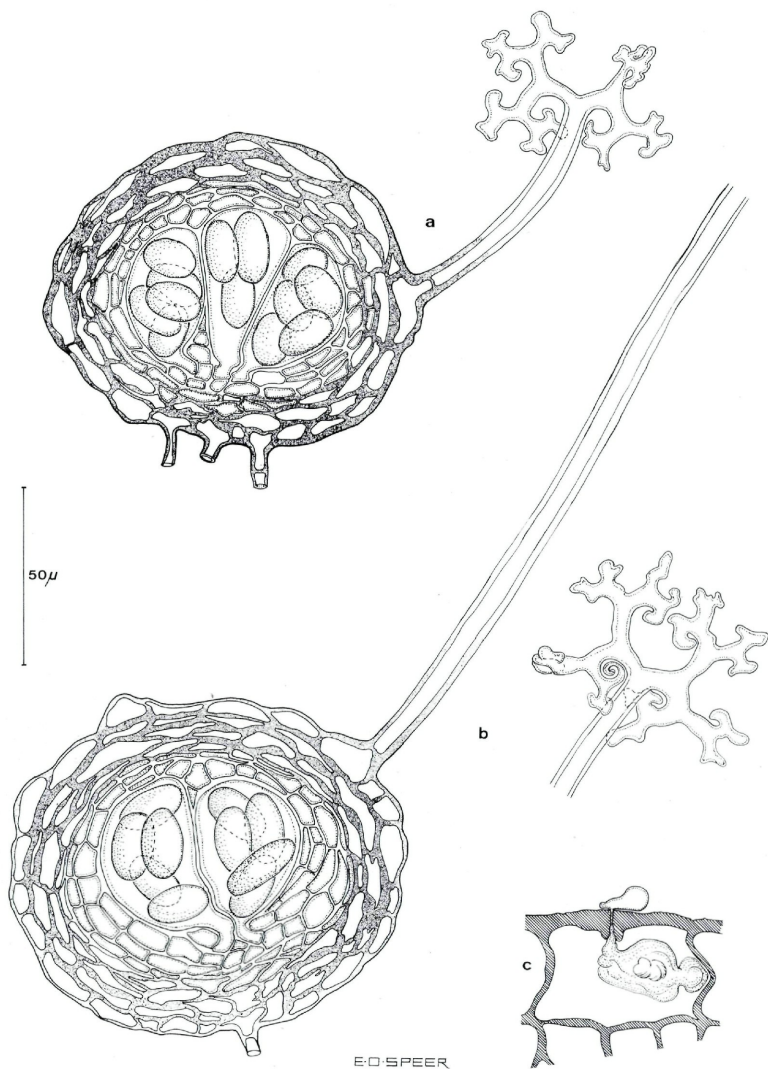
- a) *Microsphaera viburni* (Duby) Blumer, Fruchtkörper-Längsschnitt.
- b) *Microsphaera divaricata* (Wallr. ex Link) Lév., Fruchtkörper-Längsschnitt.
- c) *Quercus robur* L., Epidermiszelle mit Appressorium und Haustorium von *M. alphitoides*.

### Tafel III

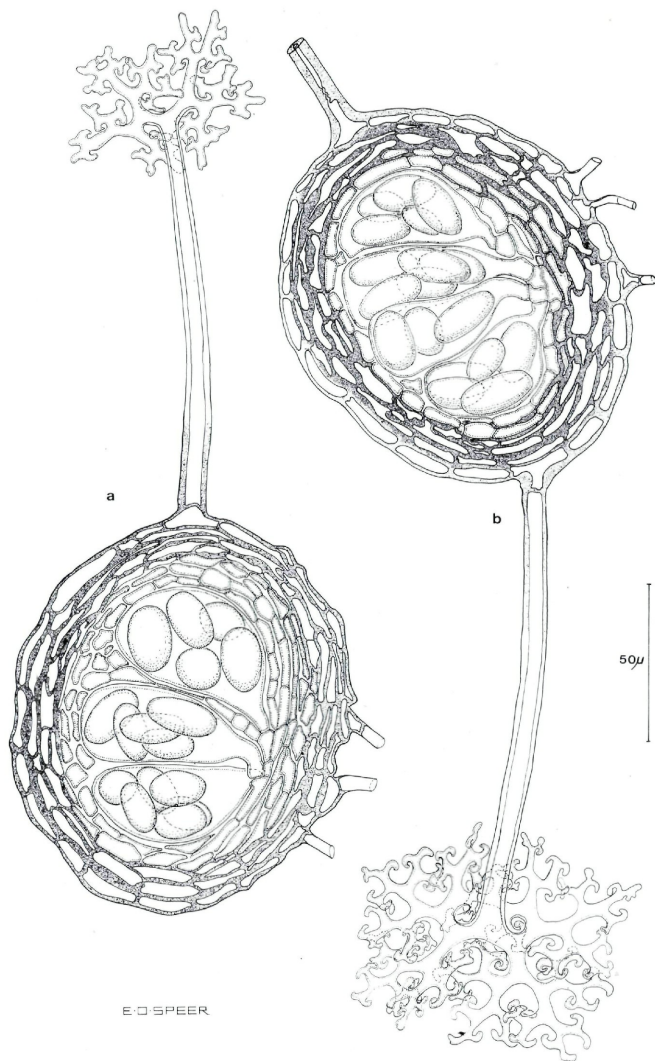
- a) *M. alphitoides*, Längsschnitt durch einen Fruchtkörper von der Blattoberseite.
- b) *M. alphitoides*, Längsschnitt durch einen Fruchtkörper von der Blattunterseite.











# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sydowia](#)

Jahr/Year: 1973/1975

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Speer Eberhard O.

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Erysiphaceen II. Der Eichenmehltau. Microsphaera alphitoides Griff. et Maubl. 112-126](#)