

# Ueber die Entwicklung und die systematische Stellung von *Tulostoma* Pers.

von

Dr. J. Schroeter.

---

Die Arten der Gattung *Tulostoma* vollbringen wie bekannt den ersten Theil ihrer Entwicklung als „unterirdische Pilze,“ und entziehen sich während dieser Zeit der allgemeineren Beachtung; erst wenn sich ihr Stiel streckt und die Peridie mehr oder minder weit über den Boden gehoben wird, fallen sie ins Auge. Zu dieser Zeit ist die Peridie immer schon von einem dichten Capillitium durchzogen, zwischen welchem die Sporen frei daliegen; die Basidien sind vor Beginn der Streckung des Stieles aufgelöst. Diesem Verhalten mag es zuzuschreiben sein, dass die Entwicklung von *Tulostoma*, ins Besondere auch die Bildung der Sporen an den Basidien, bisher noch nicht vollständig beschrieben worden war.

Seit einigen Jahren fand ich bei Rastatt an mehreren Orten sehr häufig die Form der Gattung, welche wohl als die verbreitetste in Europa angesehen werden, der man daher den von Linné gegebenen Artnamen: *Tulostoma pedunculatum* (L.) lassen kann. (*Lycoperdon ped.* Linné 1762, *Tulostoma brumale* Persoon 1797, *T. mammosum* Fries 1821, *Tuslanodea mammosa* Fr.) Von Anfang October an erhoben sich die langgestielten Peridien aus dem Boden und hielten in Menge bis zum März, theilweise sogar bis in den Mai hinein, aus. Ich konnte in den letzten Jahren nie vor Mitte October an den betreffenden Stellen Nachgrabungen anstellen, aber auch dann noch fand ich eine genügende Zahl jüngerer Fruchtzustände, an denen ich die Entwicklung des Pilzes einigermassen vollständig beobachten konnte.

Die Fruchtkörper liegen nicht tief, etwa nur 2 bis 3 Centimeter unter der Erde. Sie entspringen von einem weit zwischen Gras-

wurzeln und alten Moosstengeln hinlaufendem strangförmigen Mycel. Dieses ist schneeweiss, besitzt die Dicke starker Zwirnsfäden und ist vielfach verzweigt. Es besteht aus dicht neben einander lagernden Zellfäden von 3—4 Mikr. Dicke, die mit zahlreichen Querwänden versehen sind; ihre Membran ist, besonders an den aussen liegenden Fäden, von aufgelagerten sehr feinen Körnchen rauh. Stellenweise finden sich an den Mycelsträngen spindelförmige Auftreibungen von verschiedener Dicke; durch allmähliche Zwischenstufen gehen diese Auftreibungen in sclerotiumartige Körper über, die hier und da an dem Mycel aufsitzen. Diese sind innen und aussen schneeweiss, unregelmässig gestaltet, meist flach, bis 6 Mm. breit und 2—3 Mm. dick, an der Oberfläche glänzend, glatt, grubig vertieft, an den Rändern oft gelappt, auf dem Durchschnitt fest. Sie bestehen aus einem dichten Hyphengeflechte, bei welchem man zwei verschiedene Systeme unterscheiden kann. Das eine derselben besteht aus breiten, kurzen Zellen, etwa von 10—13 Mikr. Breite und 20 Mikr. Länge, die in der Mitte oft tonnenförmig aufgetrieben sind; zwischen ihnen ziehen sich in grösseren Zwischenräumen Stränge aus parallelwandigen 5—6 Mikr. dicken Hyphen hin. Die Rinde wird aus dicht verflochtenen dünnen Hyphen gebildet, deren Membran an den freien Aestchen wieder mit feinen Körnchen bedeckt ist.

Die Sclerotien sind offenbar die Grundlage für die Fruchtkörper. Wie dieselben sich herausbilden, konnte ich noch nicht verfolgen. Wie mir schien, sprossen sie aus einem Punkte an der Oberfläche des Sclerotiums aus. Ich habe grössere, flache Sclerotien gefunden, die auf einer Einbuchtung eine kugelförmige Vorrangung trugen, welche auf Durchschnitten von dem übrigen Sclerotiumgewebe durch eine feine, fast kreisförmige Grenzlinie abgegrenzt erschienen und aus gleichmässigen, reich mit Protoplasma gefüllten Hyphengliedern bestanden. Dieses schienen mir die Anfänge der Fruchtkörper zu sein. Vorgeschrittenere Zustände derselben sieht man auf einer scheibenförmigen zerfaserten Membran aufsitzen, die vielleicht der Rest des aufgesogenen Sclerotiums ist.

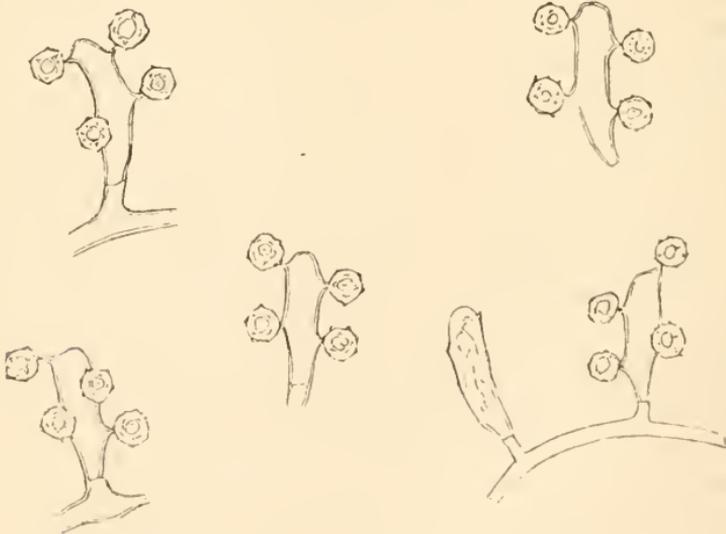
Wenn der Pilz etwa 4 Mm. im Durchmesser erreicht hat, erscheint er ganz kuglich, und gleicht einer kleinen *Bovista*. Das Innere ist schneeweiss, von gleichartigen Hyphen gebildet, die Oberfläche ist braun, von einer dicken Kruste fest anhaftender Sandkörner bedeckt. Bei einem Durchmesser von 6—8 Mm. hat er gewöhnlich einen Hauptabschnitt in seiner Entwicklung vollendet. Er ist dann etwas abgeplattet, in der Mitte oben mit einem kegelförmigen Nabel versehen, nach dem Grunde zu in der Mitte ebenfalls zugespitzt, also

im Ganzen ohngefähr flach-citronenförmig. Man kann an ihm eine braune Hülle und eine weisse Inhalts-Masse unterscheiden. Die Hülle ist etwa 40 Mikr. dick, sie besteht aus einem sehr dichten Gewebe dickwandiger Fäden von etwa 2 Mikr. Durchmesser; nach aussen laufen viele dieser Fäden in freie Enden aus, und haften so fest an einzelnen Sandkörnern und anderen Boden-Theilchen an, dass sie ohne zu zerreißen nicht losgelöst werden können; nach innen setzen sich die Fäden unmittelbar in die Markschiebt fort, daher lässt sich auch die Hülle von dieser nicht abziehen. An der noch schneeweissen Inhaltsmasse lassen sich schon zu dieser Zeit drei verschiedene Abtheilungen deutlich erkennen: eine mittlere Markschiebt, eine obere und eine untere Abtheilung. Auf dem Durchschnitte erscheint die mittlere Markschiebt fast nierenförmig, von der oberen und unteren Schicht durch nach oben convexe zarte Linien abgegrenzt. Die obere Abtheilung ist ungefähr kegelförmig. Sie besteht aus einem lockeren Geflecht von dünnwandigen, reichlich und meist rechtwinklig verzweigten 5 Mik. breiten Fäden. Diese Abtheilung behält immer ihre weisse Farbe, auch über die Sporenreife hinaus. Sie ist die Grundlage für die kegelig-röhrenförmige Mündung des Peridiums, denn zur Zeit der Sporenreife vertrocknet das schwammige Gewebe mit einer kreisförmigen Stelle auf dem Scheitel des Peridiums, und verschliesst noch einige Zeit als weisser Pfropf den Ausführungsgang, der sich durch Zusammenziehen des oberen Theiles der Hülle um dieses geschrumpfte Gewebe gebildet hat.

Die untere Abtheilung ist etwa umgekehrt abgestumpft-kegelförmig. Man unterscheidet an ihr leicht einen mitteren cylindrischen Theil, der von dem Reste mantelförmig umgeben wird. Ersterer erscheint fest, seidenglänzend, senkrecht gestreift; er besteht aus dicht neben einander gelagerten, wenig verzweigten, und im Wesentlichen senkrecht verlaufenden Hyphen. Dies ist die Grundlage des Stieles; derselbe hat jetzt wenig über einen Mm. Länge, seine Zellen haben aber schon dieselbe Grösse und Breite, wie in den späteren fortgeschrittenen Stadien; die Verlängerung des Stieles geschieht durch wirkliches Wachsthum (Neubildung), nach Analogie bei anderen Pilzen zu schliessen, durch Wachsthum an der Spitze des Stieles. — Die Hülle um diese Stielanlage ist ein lockeres Hyphengeflecht, ganz so gebildet, wie die obere Abtheilung. Sie bleibt ebenfalls beständig weiss und vertrocknet nach der Sporenreife, so dass dann zwischen Hülle und Stiel eine kleine Höhlung entsteht. Wenn der Stiel nun wächst, zerreisst die Hülle an dieser Stelle und so bleibt der Theil derselben, welcher die Höhlung umhüllte, zum

Theil am Grunde des Stieles, zum Theil am Grunde der Peridie als ringförmige freie cylindrische Scheide um den Stiel zurück.

Die mittlere Markschicht besteht aus einem gleichmässigen Gewirr von etwa 2 Mikr. dicken, mit vielen Scheidewänden versehenen Fäden, die streckenweise lange ungetheilt durcheinander laufen, und sich anderweitig in unregelmässigen Zwischenräumen rechtwinklig verzweigen. Die Hauptäste sind entweder gabelig oder Hförmig verbunden und scheinen ein den ganzen Fruchtkörper gleichförmig durchziehendes Gewirr zu bilden. Verflechtung der Fäden oder Gruppierung zu Kammern oder Gängen ist nicht im kleinsten Massstabe angedeutet. Die Hauptfäden geben kürzere Nebenäste ab, die sich wieder verzweigen und endlich mit kurzen, meist einzeln, selten zu kleinen Büscheln gruppierten Aesten enden. Das Ende dieser kurzen Aeste grenzt sich durch eine Querwand ab und wird zur sporenbildenden Zelle (Basidie). Die fertigen Basidien sind cylindrisch oder schwach keulenförmig, am Scheitel abgerundet, meist gerade, zuweilen etwas gekrümmt, selten mehr als 4.5 Mikr. breit, 12 bis 15 Mikr. lang; sie sind mit schaumigem Plasma gefüllt.



Basidien von *Tulostoma pedunculatum* (L.).

An jeder Basidie bilden sich in der Regel vier 1.5 bis 2 Mikr. lange, grade Spitzchen (Sterigmen), an deren Scheitel die Sporen sprossen. Diese Sterigmen stehen an den Seitenwänden der Basidien und treten grade wagerecht vor; sie entspringen in ungleicher Höhe, meist gleich weit von einander entfernt, das Oberste nahe dem Scheitel, das Unterste etwas über dem Grunde der Basidie; in den Präparaten

erscheinen meist 2 Sporen rechts, 2 links von der Basidie, es scheint mir aber, dass sie spiralig mit  $\frac{1}{4}$  des Umfangs Abstand angeordnet sind.

Die Basidien haben nur einen sehr kurzen Bestand. Man findet sie nur in den Fruchtkörpern, die im Innern noch vollkommen weiss sind. Noch ehe der Stiel zu wachsen anfängt, färbt sich die Marksubstanz in der Mitte gelblich, und zu dieser Zeit sind schon sämtliche Basidien aufgelöst, die Sporen frei geworden. Die Sporen sind jetzt kuglig, haben einen Durchmesser von 4 bis 4.5 Mikr., ihre Membran erscheint noch farblos, mit kleinen entfernt stehenden Spitzchen besetzt, im Innern haben sie einen grossen, stark lichtbrechenden Kern, der durch Jodtinctur braun gefärbt wird. Sie behalten bis zur Reife dieselbe Grösse und verändern sich bis dahin nur insofern, dass der Inhalt mehr gleichförmig, die Membran ocher-gelb gefärbt, etwas dicker und deutlicher punktirt wird.

Die gelbe Färbung verbreitet sich schnell von der Mitte nach der Peripherie hin, und endlich, noch ehe die Peridie aus dem Boden gehoben wird, hat das ganze Innere die lehmgelbe Farbe angenommen, die schliesslich bleibt. Diese Färbung ist nur durch die Farbe der Sporen bedingt, lässt man diese aus den reifen Peridien verstäuben, so bleibt das Capillitium mit hellgrauer Farbe zurück.

Kurz vor dem Zerfliessen der Basidien treten die ersten Spuren des Capillitiums auf. Seine Fäden gehen vielleicht direct aus den Haupt-hyphen des Markgewebes hervor. Sie haben dieselbe Verzweigung wie diese und lassen sich anfangs sehr schwer von ihnen unterscheiden. Wenn die Basidien noch vorhanden sind, sind die Zellen, die bestimmt als Capillitium zu erkennen sind, nur wenig dicker, als die Markhyphen, etwa 4 Mikr. Ihre Wände sind etwas dicker, sie verlaufen vorwiegend unverzweigt und etwas wellig gebogen. In grösseren Entfernungen nur zeigen sich Scheidewände und hier sind jetzt schon die Fäden knotig aufgetrieben. Nach dem Zerfliessen der Basidien sieht man das Markgewebe noch fortbestehen, das Capillitium wird aber immer reichlicher, seine Fäden nach und nach immer stärker, endlich bleibt es nur allein mit den Sporen in dem Peridium zurück. Es bildet ein dichtes Netzwerk, welches fest mit den Wänden verwachsen ist. Die Fäden sind von sehr verschiedener Dicke, von 4 bis 13 Mikr. im Durchmesser, die Membran bis 3.5 Mikr. dick, verlaufen grade oder wellig geschlängelt, oft bis 1 Mm. weit ungetheilt, oft aber auch in kurzen Zwischenräumen gabelig oder H förmig verzweigt. Alle Fäden scheinen in Verbindung zu stehen, freie Enden werden nicht bemerkt, besonders auch keine spitz auslaufen-

den Zweige. In ungleichmässigen Zwischenräumen sind die Fäden mit Scheidewänden versehen, hier sind die Glieder an beiden Enden regelmässig in charakteristischer Weise zwiebelförmig verdickt, als ob sie sich an einander abgeflacht hätten. Diese Auftreibungen erreichen bei dünneren Fäden oft das dreifache des Fadendurchmessers.

Nach Ausbildung des Fruchtkörpers wächst der Stiel zu einer Länge von 3 bis 6 Centimeter und hebt jenen hoch über den Boden empor. Er ist Anfangs glatt und rund und nimmt aussen an der Luft sehr schnell eine rothbraune Farbe an. Dies geschieht durch Vertrocknen der äusseren Hyphen. Durch weiteres Eintrocknen wird die Rinde dicker, reisst dann fetzenartig ein, löst sich theilweise los und bekleidet den Stiel noch eine Zeit lang als mehr oder weniger sparrig abstehende Schuppen, später fällt sie ganz ab und der Stiel erscheint grau und senkrecht gefurcht. Die Schuppen entsprechen also keiner besonderen Membran- oder Haarbildung, in ihnen, wie überhaupt in der braunen Rinde, ist die Structur der Stielhyphen noch deutlich zu erkennen. Das Innere des Stieles bleibt immer schneeweiss, in der Mitte bildet sich meist eine Höhlung.

Die Peridien schwankten bei völliger Reife in der Grösse sehr erheblich von 6 bis zu 12 Mm. im Durchmesser. Es schien mir, als ob die zuerst gebildeten Pilze die grössten, die letzten und am längsten ausdauernden die kleinsten Peridien haben. Ihre Farbe ist anfangs ebenfalls braun, im Laufe des Winters löst sich die äussere Schicht der Hülle mit den anhaftenden Sandkörnern ebenfalls schuppenförmig ab, und dann erscheint die Peridie weisslich, mit brauner, nunmehr weiter hervortretender Mündung. Die trichterförmige Mündung mit kreisförmiger, scharfer, wie mit einem Locheisen ausgeschlagener Oeffnung ist für die Art höchst charakteristisch und beruht, wie ausgeführt wurde, auf einer besonderen, früh angelegten Organisation. Hierdurch unterscheidet sich *Tul. pedunculatum* sehr sicher von *T. fimbriatum* Fr., mit dem der Pilz manchmal, z. B. in Erbar. critog. Ital. und Rabenhorst fung. eur. 1911 verwechselt worden ist.

Unter vielen hundert Exemplaren von *T. ped.* fand ich nur an einem die Mündung nicht regelmässig ausgebildet. Dieses, also jedenfalls eine seltene Abnormität, hatte gar keine Mündung, sondern nur einen braunen Fleck auf dem Scheitel der Peridie, die fest geschlossen blieb. Andererseits sah ich bei zahlreichen Exemplaren von *Tul. fimb.*, die ich bei Spandau sammelte, immer die flache, gefranste und gleichfarbige Oeffnung auf dem Scheitel der Peridie,

nie einen Uebergang zur trichterförmigen Mündung, überdies waren hier die Sporen beständig etwas grösser, nämlich 5.5 bis 6 Mikr. im Durchmesser. Der Beschreibung Persoon's nach möchte man annehmen, dass er unter *Tulostoma brumale* die letztere Art versteht. Die Trennung einer weiteren Art: *Tul. squamosum* Gmel. (Persoon l. c. S. 140), welche manche Autoren annehmen, scheint mir nur auf einem Vergleiche verschiedener Alterszustände und habituelle, unwesentliche Merkmale gegründet zu sein.

Als die bemerkenswertheste Eigenthümlichkeit in der Entwicklung des Pilzes erscheint mir die Art und Weise, wie sich die Sporen an den Basidien bilden. Bisher wurde *Tulostoma* unbedenklich zu den *Gasteromyceten* und speciell zu den *Lycoperdaceen* gestellt. Die Basidienbildung ist bei allen Gattungen der letzteren Gruppe bekannt, keine aber gleicht der von *Tulostoma*. Bei allen bilden sich vier Sporen in gleicher Höhe, am Scheitel der keulenförmigen, oben fast kugligen Basidien. Bei *Scleroderma* sind die Sporen fast ganz sitzend, bei *Bovista* stehen sie an langen, dünnen, gleichlangen Sterigmen, die bei der Sporenreife vertrocknen und an den Sporen hängen bleiben, bei *Lycoperdon* sind die Sterigmen ebenfalls sehr lang, doch (wenigstens bei den von mir untersuchten Arten) von ungleicher Länge und mit den Basidien zerfliessend, die Sporen also im Gegensatz zu *Bovista* ungestielt.

Der eigenthümlichen Fruchtbildung nach muss *Tulostoma* daher von den *Lycoperdaceen* ausgeschlossen werden. Aber auch bei anderen Abtheilungen der *Gasteromyceten* kommt eine solche Bildung, so viel man untersucht hat, nicht vor, sie ist sogar bei anderen *Hymenomyceten*, sowie augenblicklich die Klasse begrenzt wird, nicht beobachtet worden.

Vielleicht steht indess die Sporenbildung von *Tulostoma* nicht ganz isolirt da. Tulasne hat vor Kurzem die Sporenbildung von *Pilacre* untersucht und neuerdings (Annales des Sciences nat. V. Ser. Bot. T. XV.) abgebildet. Diese Abbildung scheint mir einen ähnlichen Typus darzustellen, wie ich ihn soeben bei *Tulostoma* beschrieben habe. Tulasne giebt ihr eine andere Deutung, er vergleicht sie mit der Sporenbildung bei *Hypochnus purpureus*, einem Pilz, der in dieser Beziehung den *Auricularineen* nahe steht.

Ich habe *Hypochnus purpureus* Tul., der in Wäldern um Rastatt im Januar auf Erlenstümpfen vorkommt, frisch untersucht und längere Zeit hindurch cultiviren können, und kann die Tulasne'sche Beobachtung über ihn nur bestätigen. Das Mycel desselben bildet einen rothbraunen, wergartigen Pilz, an den Enden der Fäden bilden

sich farblose Aeste, die sich an der Spitze spiralig einrollen und sich dann durch Querwände in vier übereinander stehende Fächer theilen. Aus jedem Fache sprosst ein langer, pfriemlicher Zweig, der an seiner Spitze eine etwa 11 Mikr. lange, anfangs ei-, darauf fast nierenförmige Spore bildet, die bald nach ihrer Reife keimt, wenn sie auf feuchte Unterlage gebracht wird. Wären die Endäste zu einem Hymenium vereinigt, so müsste man den Pilz in der That für eine *Auricularia* erklären, sprosst dieselben Endäste aus einer Dauerzelle aus, so fände man dieselbe Bildung, wie bei der sogenannten Promycel- und Sporidienbildung der *Uredineen*.

Die Sporenbildung bei *Tulostoma* hat hiermit gar keine Aehnlichkeit. Hier sind ächte ungetheilte Basidien vorhanden, aus deren Inhalt sich die vier Sporen, wie es scheint, gleichzeitig bilden.

Es wird wohl das Einfachste sein, *Tulostoma* als Repräsentanten einer besonderen Abtheilung der *Gasteromyceten* anzusehen. Ob sich unter den noch nicht auf ihre Sporenbildung untersuchten ausserdeutschen Bauchpilzen noch verwandte Gattungen finden, muss dahingestellt bleiben, namentlich wäre es interessant, *Battarraea* darauf untersuchen zu können, deren Entwicklung in manchen Punkten der von *Tulostoma* ähnlich ist. Die Darstellung Tulasne's von der Sporenbildung bei *Pilacre* scheint mir viel mehr der von *Tulostoma*, als der von *Hypochnus purpureus* ähnlich zu sein. Ich halte es darum für wahrscheinlich, dass dieser kleine Pilz, der schon in den verschiedensten Familien herumgewandert ist, den Vertreter einer zweiten Gattung in der Familie der *Tulostomaceen* darstellt.

Rastatt, im Januar 1876.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Biologie der Pflanzen](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [2\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Schroeter J.

Artikel/Article: [Ueber die Entwicklung und die systematische Stellung von Tulostoma Pers. 65-72](#)