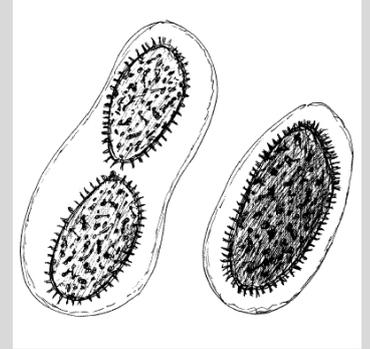
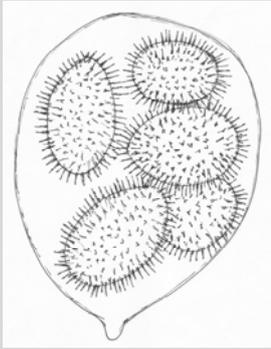
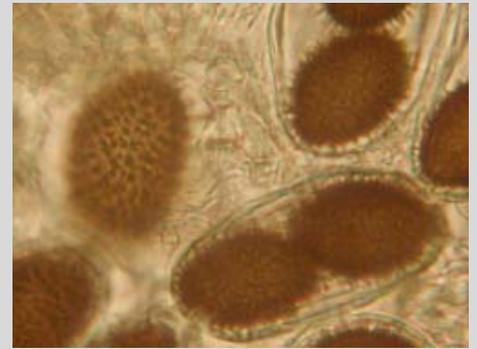


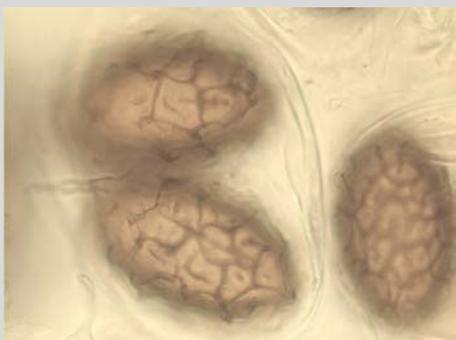
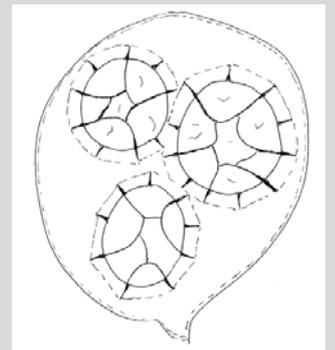
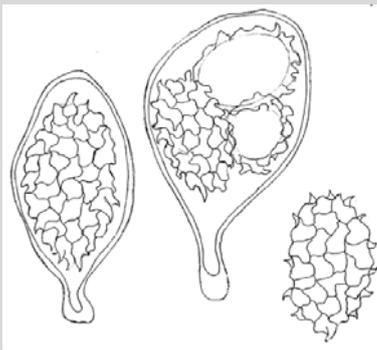


René Flammer
Thomas Flammer



Trüffeln

Leitfaden zur Analyse der im Handel vorkommenden Arten
2024



Dr. med. René Flammer

24.3.1933 – 18.8.2018



Thomas Flammer

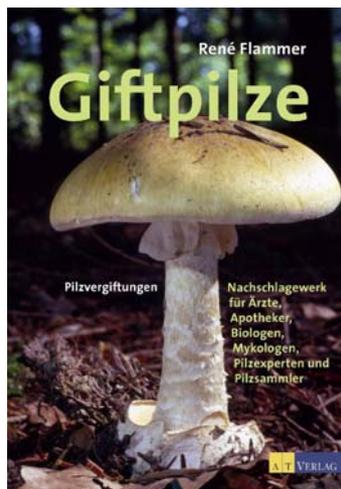
Pfarrweg 3
 CH-8200 Schaffhausen
thomas.flammer@sunrise.ch
<http://www.mycopedia.ch>

Skizzen René Flammer
 Layout und Grafiken Thomas Flammer
 Fotos Thomas Flammer, Peter Reil
 alle Rechte vorbehalten
 im Eigenverlag

		
		
<i>Tuber brumale</i>	<i>Genea klotzschii (fragrans)</i>	<i>Tuber melanosporum</i>
		
	<i>Tirmania nivea</i>	
		
<i>Tuber macrosporum</i>		<i>Tuber magnatum</i>

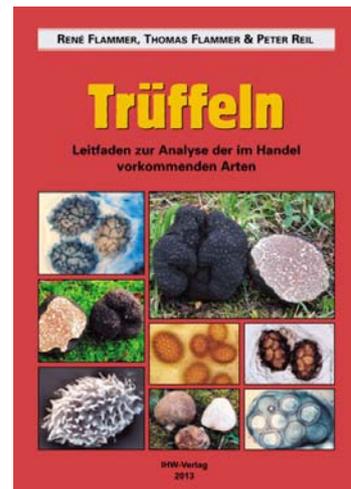


Eigenverlag



vergriffen

ISBN: 978-3-03800-834-7



vergriffen

ISBN 978-3-930167-77-7

Vorwort

Trüffel sind von unterschiedlicher Qualität, und selbst die besten unter ihnen, Périgord- und Alba-Trüffel sind Geschmacksache. Zentrum der Produktion von *Tuber melanosporum* ist nicht das Périgord, sondern Carpentras.



Der Kilopreis schwankt je nach Art und Herkunft zwischen einigen hundert und einigen tausend Franken. Dementsprechend ist die Verlockung zu Betrug und Täuschung gross, zumal die Unterscheidung von Trüffeln nicht nur ein geschultes, sondern auch ein bewaffnetes Auge erfordert. Trüfflexperten sind rar, und so ist kaum mit Kontrollen zu rechnen.

Aufgabe der Lebensmittelkontrolle ist die Entlarvung der Betrüger und Bekämpfung der Nonchalance im Umgang mit Trüffeln.

Die Trüffelanalyse ist nicht besonders schwierig. Mit einigen mikroskopischen Grundkenntnissen und Hilfe einer Arbeitsanleitung, die das Thema auf den praktischen Alltag reduziert, sollten sich die meisten Fragen ohne DNA-Analyse leicht lösen lassen.

Als Basis für die Beschreibung makroskopischer Merkmale diente das Standardwerk "Truffles d'Europe et de Chine" ⁽¹⁰⁾. Mikromerkmale und Digitalaufnahmen wurden, wo nicht anders erwähnt, an Proben aus dem Handel erhoben.

Auf ein Sachverzeichnis wird verzichtet, da die gesuchten Informationen im Inhaltsverzeichnis zu finden sind.

Bis anhin sind weltweit erst etwa 60 Arten von *Tuber* validiert worden, wovon etwa 20 in Europa (10), davon sind in der Schweiz 8 Arten als Speisepilze zugelassen darunter seit 2006 auch *Tuber indicum*. Ob *Tuber pseudoexcavatum* und *pseudohimalayense* unter *Tuber indicum* subsumiert werden ist nicht bekannt. Tatsache ist, dass die beiden mikroskopisch nicht sicher unterscheidbaren Arten ebenfalls als chinesische Trüffel den Weg nach Europa gefunden haben.

Ebenfalls wird *Terfezia (Kalaharituber) pfeilii* in der EU gehandelt, während diese Wüstenröhrling aus Namibia seit 2006 in der schweizerischen Positivliste der Handelspilze nicht mehr aufgeführt wird. Wir hoffen, dass unsere kleine Schrift hilft, die Hemmschwelle zur Trüffelanalyse abzubauen.

Für wertvolle Hinweise danken wir:

Dr. S. Egli (Birmensdorf, ZH)
 Prof. Dr. E. Horak (ETH Zürich)
 Dr. HR. Hunziker (Kant. Labor, St. Gallen)
 Prof. Dr. G. Moreno (Universidad de Alcalá)
 A. Riva (Balerna, TI)
 Dr. N. Römer (Sessa, TI)
 H. Tinner (Wittenbach, SG) †
 W. Zimmermann (Meikirch, BE) †

Für die zu Verfügung gestellten Bilder bedanken wir uns bei:

B. Duc-Maugé, FR-Saint-Paul Trois Châteaux
 X. Wang, CN-Kunming
 R. Waldvogel, CH-Uetikon am See

Thomas Flammer

Inhaltsverzeichnis

1	AUS DER VERORDNUNG DES EDI ÜBER SPEISEPILZE UND HEFE (14)	4
2	MAKROMERKMALE DER 12 BESCHRIEBENEN TRÜFFEL	6
3	ARBEITSMETHODEN	8
4	SPORENSCHLÜSSEL DER 12 FÜR DEN HANDEL RELEVANTEN TRÜFFEL	10
5	BESCHREIBUNG UND SPORENBILDER DER 12 TRÜFFEL	11
5.1	Schwarze Trüffel mit igeligen Sporen	11
5.1.1	<i>Tuber brumale</i> Vittadini - Winter-Trüffel	11
5.1.2	<i>Tuber indicum</i> Cooke & Massee – China-Trüffel	12
5.1.3	<i>Tuber melanosporum</i> Vittadini - Périgord-Trüffel	13
5.2	Schwarze Trüffel mit wabig-netzigen Sporen	14
5.2.1	<i>Tuber aestivum</i> Chatin – Sommer-Trüffel	14
5.2.2	<i>Tuber macrosporum</i> Vittadini - Grosssporige Trüffel	15
5.2.3	<i>Tuber mesentericum</i> Vittadini – Teer-Trüffel	16
5.2.4	<i>Tuber uncinatum</i> Chatin - Herbst-Trüffel, Burgunder-Trüffel	17
5.3	Schwarze Trüffel mit igelig-netzigen Sporen	18
5.3.1	<i>Tuber pseudoexcavatum</i> Wang, Moreno et al. - Chinesische Hohltrüffel ⁽¹⁷⁾	18
5.3.2	<i>Tuber pseudohimalayense</i> Moreno, Manjón et al. - Falsche "Himalaya-Trüffel" ⁽⁸⁾	19
5.4	Schwarze Trüffel mit variablem Sporenmuster	20
5.4.1	<i>Tuber himalayense</i> Zhang und Minter - "Himalaya-Trüffel" ⁽¹⁹⁾	20
5.5	Weisse Trüffel	21
5.5.1	<i>Tuber borchii</i> Vittadini - Weissliche Trüffel	21
5.5.2	<i>Tuber magnatum</i> Pico - Alba-Trüffel, Piemont-Trüffel	22
6	GEWEBESTRUKTUREN DER PERIDIE	23
7	BESCHREIBUNG UND ABBILDUNG ARTFREMDER ELEMENTE	24
7.1	Fremdpilze	25
7.1.1	<i>Craterellus cornucopioides</i> , Totentrompete	25
7.1.2	<i>Albatrellus subrubescens</i> , Schafporling	25
7.1.3	<i>Ptychoverpa bohemica</i> , Böhmisches Morchel	25
7.2	Terfezien, Tirmanien, Mattirolomyces, Kalaharituber, Wüstentrüffel	26
7.2.1	Bestimmungstabelle	26
7.2.2	Terfeziae	27
7.2.3	Tirmaniae	27
7.2.4	Importprodukte	28
7.3	Tuberähnliche Hypogäen	29
7.4	Diverse	30
7.4.1	<i>Choiromyces meandriformis</i> Vitt.	30
7.4.2	<i>Tuber excavatum</i> Vitt.	30
7.5	Pflanzen & <i>Cenococcum</i>	31
7.5.1	Schwarze oder geschwärzte Oliven	31
7.5.2	Pflanzkohle, Medizinkohle (E153)	31
7.5.3	<i>Cenococcum geophilum</i> Fries	31
7.5.4	<i>Scorzonera hispanica</i> , Schwarzwurzel	32
7.5.5	Leitbündel	32

7.6	Tierische Produkte	33
	7.6.1 Muskelfasern	33
	7.6.2 Geräucherte Speckschwarten	33
7.7	Varia	33
8	KONTROLLE DER % GEWICHTSANTEILE IN GETRÜFFELTEN LEBENSMITTELN	34
9	SYNTHETISCHE AROMEN	35
10	ERKLÄRUNG EINIGER FACHAUSDRÜCKE UND ABKÜRZUNGEN	38
11	LITERATUR	39
12	KOMMERZIELLE UND WEITERFÜHRENDE LINKS IM INTERNET	39

1 Aus der Verordnung des EDI über Speisepilze und Hefe ⁽¹⁴⁾

(SR 817.022.106) vom 23.11.2005.

Jus de truffes ist der flüssige Extrakt, der durch das einmalige Sterilisieren von ganzen Trüffeln oder Trüffelteilen. Er darf neuerdings aus allen Trüffelarten hergestellt werden. Der Zusatz von Kochsalz (höchstens 5 Massenprozent), Gewürzen und Branntwein ist gestattet.

Getrüffelte Lebensmittel sind wie folgt zu kennzeichnen

- "getrüffelt", "truffé" oder "mit Trüffeln", wenn der Anteil an Trüffeln mindestens 3 Massenprozent, bezogen auf das Endprodukt, beträgt.
- "getrüffelt zu x%", "truffé à x%" oder "mit x% Trüffeln", wenn der Anteil an Trüffeln mindestens 1 Massenprozent, bezogen auf das Endprodukt, beträgt.
- Lebensmittel, deren Anteil an Trüffeln weniger als 1 Massenprozent, bezogen auf das Endprodukt, beträgt, dürfen nicht mit einem besonderen Hinweis auf Trüffel gekennzeichnet werden.

Als Speisepilze zugelassene Trüffel

<i>Tuber aestivum</i> Vitt.	Sommer-Trüffel
<i>Tuber borchii</i> Vitt. *	Weissliche Trüffel
<i>Tuber brumale</i> Vitt.	Winter-Trüffel
<i>Tuber indicum</i> Cooke & Massee **	Chinesische Trüffel
<i>Tuber magnatum</i> Pico	Piemont-, Alba-Trüffel
<i>Tuber melanosporum</i> Vitt.	Périgord-Trüffel
<i>Tuber mesentericum</i> Vitt.	Teer-, Bagnoli-Trüffel
<i>Tuber uncinatum</i> Chatin	Herbst-, Burgunder-Trüffel

* Synonym: *T. albidum* Pico

** Synonym: *T. himalayense* Zhang u. Minter

Als Speisepilze zugelassene Terfezien

<i>Terfezia arenaria</i> (Moris) Trappe	Elegante Wüstentrüffel
<i>Terfezia boudieri</i> Chatin	Boudiers Wüstentrüffel

Als Trüffel dürfen nur Pilze der Gattung **Tuber** bezeichnet werden!!

Färbung von Pilzen und Garniermassen

Farbstoffe wie Pflanzenkohle (E 153) sind zugelassen, ebenso mit Brillantschwarz BN, Schwarz PN (E 151) bis zu einem Maximum von 200 mg/kg. Verordnung des EDI über die in Lebensmitteln zulässigen Zusatzstoffe ⁽¹³⁾ (Zusatzstoffverordnung ZuV) vom 27. März 2002 (Stand am 4. Juni 2002).

Die schwarz eingefärbten Pilzfragmente oder Garniermassen dürfen jedoch nicht zur Vortäuschung einer Trüffelung verwendet werden.

Gelegentlich wird *T. aestivum* mit seiner hellbraunen Gleba schwarz eingefärbt, um die Trüffelung deutlicher erkennbar zu machen.

Im Verlauf des Reifungsprozesses dunkelt die Gleba bei allen Arten etwas nach. Besonders *T. brumale*, *T. melanosporum* und *T. indicum* werden sehr dunkel-schwarzbraun. Wird die Gleba bei diesen Arten tiefschwarz und lassen sich die Venen kaum mehr erkennen, waren die Trüffel wahrscheinlich einmal gefroren. Fragmente tiefgefrorener Trüffel obiger Arten täuschen dann eine künstliche Schwarzfärbung vor.

Schwarz gefärbte Terfezien lassen sich an den typischen Asci und Sporen leicht erkennen.

Anmerkungen

- Die billigen "China-Trüffel" sind seit dem 1.1.2006 zugelassen. Fest steht, dass sie häufig, wenn nicht vorwiegend, missbräuchlich zur Täuschung verwendet werden. Dem Betrug ist nur mit regelmässigen Kontrollen und Aufklärung der Konsumenten beizukommen. Auch bei zertifizierten Importen ist Vorsicht angebracht.
- Die schmutzig gelben, gelb-braunen Terfezien (sog. Sand- oder Wüstenröffel) sind keine echten Trüffel. Sie werden vor allem im Mittelmeerraum und auf arabischen Märkten angeboten. Der Wunsch nach einer einwandfreien Deklaration ist illusorisch, da sich Terfezien nur mikroskopisch unterscheiden lassen. Von Bedeutung ist ihre Verwendung zur missbräuchlichen Streckung von echten Trüffeln. Die selteneren verwandten Tirmanien unterscheiden sich von Terfezien durch ihre in Melzer-Reagens blauenden Asci.

2 Makromerkmale der 12 beschriebenen Trüffel

Die Trüffeldiagnose stützt sich auf makroskopische, olfaktorische und mikroskopische Merkmale.

Peridie: Struktur und Farbe

A. Peridie mit kräftigen, polygonalen schwarzbraunen, schwarzen Warzen	<i>Tuber aestivum</i> <i>Tuber brumale</i> <i>Tuber melanosporum</i> <i>Tuber mesentericum</i> <i>Tuber uncinatum</i> <i>Tuber pseudohimalayense</i>
B. Peridie mit flachen oder feinkörnigen dunklen Warzen	<i>Tuber himalayense</i> <i>Tuber indicum</i> <i>Tuber macrosporum</i> <i>Tuber pseudoexcavatum</i>
C. Peridie glatt bis feinkörnig, schmutzig-weiss	<i>Tuber borchii (albidum)</i> <i>Tuber magnatum</i>

Die Peridie haftet bei den schwarzen Trüffeln fest an der Gleba. Ausnahme: Bei *T. brumale* löst sie sich beim forcierten Bürsten leicht von der Gleba ab. *T. mesentericum* und *T. pseudoexcavatum* haben einen basalen Hohlraum.

Gleba: Farbe der Venen

Zur Unterscheidung von *T. melanosporum* von den übrigen schwarzen Handelstrüffeln und Bestimmung des Reifegrades dient die CANIFAGE (canif = Messer). Mittels eines kleinen tangentialen Schnittes wird ein Stück Peridie entfernt zur Sichtbarmachung der Gleba. Bei *T. melanosporum* und *T. indicum* sind die Venen reifer Exemplare weinrot gefärbt - oft nur behaucht, bei den übrigen Doppelgängern *T. brumale*, *T. aestivum*, *T. uncinatum* weiss. Die Canifage wird von seriösen Trüffelhändlern strikte angewandt, da sich in den Truffières neben *T. melanosporum* auch *T. brumale* heimisch fühlt.

T. indicum lässt sich auch an den flachen, wie abasierten Warzen erkennen.

Geruch

Frische Trüffel lassen sich zum Teil am Geruch erkennen. Infolge der Flüchtigkeit der Duftstoffe ist dieses Merkmal rasch unbrauchbar. Bei Kontrolle von Marktpilzen fehlen oft die wesentlichen Hinweise auf Zeitpunkt und Ort der Ernte, Mykorrhizapartner und weitere ökologische Faktoren. Das Aroma frischer Exemplare von *T. melanosporum* ist unverkennbar. *T. indicum* duftet frisch süsslich mit Kakaokomponente. Innerhalb von Stunden weicht dieses Aroma einem unangenehmen Stroh- und Stallgeruch. Trüffel lassen sich mit naturidentischen Aromen parfümieren. Bei der Kontrolle frischer Trüffel lässt sich *T. mesentericum* am intensiven Teergeruch und an dem oft deutlichen basalen Hohlraum erkennen. Werden einzelne Exemplare von *T. mesentericum* (der Pilz hat trotz des Phenolgeruches seine Liebhaber) zusammen mit *T. aestivum* zu Konserven verarbeitet, die ohnehin leicht nach Phenol riechen, lässt sich auch mikroskopisch auf Grund der grossen Ähnlichkeit der Sporen keine exakte Diagnose mehr stellen. Trüffel lassen sich mit synthetischen Aromen parfümieren.

Fazit

Da in der Regel einige wesentliche diagnostische Daten fehlen, ist eine Sporenanalyse mehrerer Exemplare unumgänglich. *T. aestivum* und *T. mesentericum* sind mikroskopisch nicht sicher zu unterscheiden, ebenso *T. pseudoexcavatum* und *T. pseudohimalayense*, die beide - wie *T. indicum* - unter dem Sammelbegriff "China-Trüffel" oder "Himalaya-Trüffel" gehandelt werden. *T. pseudohimalayense* hat im Gegensatz zu *T. pseudoexcavatum* keinen basalen Hohlraum.

Auf die nomenklatorischen und taxonomischen Kontroversen wird hier nicht eingegangen. So werden *T. mesentericum* und *T. uncinatum* von einigen Autoren nur als Varietäten von *T. aestivum* aufgefasst. Als Grundlage für die vorliegende Schrift dient die Auffassung von L. & G. Rioussset, G. Chevalier und M.C. Bardet ⁽¹⁰⁾. *T. himalayense* ist sehr wahrscheinlich eine Standortvarietät von *T. indicum*.

Als Basis für die Beschreibung makroskopischer Merkmale diene ebenfalls das Standardwerk "Truffes d'Europe et de Chine" ⁽¹⁰⁾. Mikromerkmale und Digitalaufnahmen wurden, wo nicht anders erwähnt, an Proben aus dem Handel erhoben.

Vorsicht vor Trüffeln die weder gebürstet noch gewaschen verkauft werden. Abgesehen davon, dass sie etwa 10 % schwerer sind, ist ihre Identität oft nicht festzustellen.



3 Arbeitsmethoden

Ausrüstung

- Mikroskop mit einem 4 x und 40 x Objektiv und einem 10 x Okular. Ölimmersion ist nicht erforderlich, da Trüffelsporen sehr gross sind. Hingegen ist ein Messokular Voraussetzung.
- Objektträger, Deckgläser.
- Wasser oder KOH 3 % oder Patentblau

Untersuchungsmethoden

- Quetschpräparate von Fragmenten in einem Tropfen Wasser oder KOH 3 %.
- Die Fragmente werden meistens viel zu gross gewählt. Sie sollten weniger als 1 mm² gross sein.
- Betrachten bei 40facher Vergrösserung, abschätzen der Sporenmenge.
- Feindiagnostik bei 400facher Vergrösserung. Beurteilung von Form, Farbe und Ornamentik der Sporen, Zahl der Sporen pro Ascus.
- Ausmessen von etwa 20 reifen Sporen.

Besondere Situationen

(siehe 7 ff.)

- Untersuchung von Frischmaterial: Entnahme eines sehr kleinen Fragmentes aus der **Gleba**. Quetschpräparat.
- Untersuchung von getrockneten oder herbarisierten Trüffeln: Aufweichen der Fragmente in Wasser während etwa einer Stunde. Weiteres Vorgehen siehe oben.
- Untersuchung von getrüffelten Wurstwaren, Pasteten, Käse: Entnahme einiger Fragmente. Entfettung in einem Teesieb unter weichem, heissem Wasserstrahl. Weiteres Vorgehen wie oben. Es sollten mindestens 10 - 20 Fragmente untersucht werden. Fettrückstände werden mit KOH 3 % verseift und bewirken schummrige Bilder. Mit Wasser oder Patentblau lässt sich diese Trübung vermeiden.
- Untersuchung von Pilzcrèmen mit (weissen) Trüffeln. Zunächst sehr dünne Ausstriche der Crème mikroskopieren und Sporenzahl bei 40facher Vergrösserung abschätzen. Suche nach Fragmenten erschwert, da geringe Farbunterschiede von Paste (z.B. Steinpilzcrème) und Trüffeln. Auswaschen der Crème in einem Teesieb unter dem heissen Wasserstrahl. Mikroskopieren der zurückbleibenden Krümel.
- In Teigwaren verarbeitete Trüffel sind infolge des starken Verdünnungseffektes nur schwer auszumachen. Oft finden sich in Dutzenden von Proben weich gekochter Teigwaren keine Trüffelsporen. Wahrscheinlich sind diese Produkte oft nur aromatisiert.
- Das Fragment lässt sich nicht quetschen. Meist handelt es sich um die harte schwarze, braune oder ockerfarbene Peridie. Vorgehen: 1 Stunde Einweichen in Wasser. Ein Fragment von etwa 1 mm² zwischen 2 Objektträgern in einem Tropfen Wasser zu kleinen Krümeln zerreiben. Peridienkrümel werden am besten mit einer Präpariernadel entfernt. Die Untersuchung der peridialen Strukturen spielt bei der Differentialdiagnose weisser Trüffel eine Rolle, ist jedoch im Rahmen der Lebensmittelkontrollen entbehrlich.
- Schwarz-braunes Hyphengewebe mit Sporen von 12 - 16 x 7 - 9 µm lenken den Verdacht auf *Craterellus cornucopioides* (Totentrompeten). Die hyalinen Sporen wirken auf dem dunklen Hintergrund braun, freischwimmend jedoch hyalin.
- Schwarz-braunes Hyphengewebe mit kleinen, rundlichen hyalinen Sporen von etwa 4 x 4 µm ist gefärbten Schafporlingen, *Albatrellus subrubescens*, zuzuordnen.
- In hellbraunen Fragmenten finden sich sehr viele runde Asci mit je 8 kreisrunden Sporen von 16 x 16 µm bis 25 x 25 µm je nach Reifegrad und Art. Es handelt sich um gefärbte Terfezien. Gelegentlich werden sie auch schwarz eingefärbt.

- Die schwarzen Fragmente zerfliessen schon bei leichtem Druck auf das Deckglas zu einem grauen Kreis. Es handelt sich um Pflanzkohle (E 153) in einer schwarzen Garniermasse. Die Kohlengranula zerfiel in zahlreiche Satelliten.
- Das braune Gewebe besteht aus (schwach) polygonalen und braunschwarzen Zellverbänden oder länglichen, schlecht abgrenzbaren Zellen voller Öltropfen. Diagnose: schwarze oder gefärbte Oliven.
- Ab und zu verirren sich artfremde hypogäische Pilze auf Grund makroskopischer Ähnlichkeiten mit echten Trüffeln in eine Kollektion. Es kann sich um Ascomyceten verschiedener Gattungen (z.B. *Genea*) oder Basidiomyceten (z.B. *Hymenogaster*, *Melanogaster*) handeln.

Befunde, die man für sich dokumentieren oder bei Unklarheiten an einen Spezialisten weiterleiten möchte, lassen sich auf 2 Arten konservieren.

- a) Herstellung eines Exsikkates: langsames Trocknen der gewaschenen Fragmente bei nicht mehr als 50° Celsius und luftdicht verpacken (z.B. Minigrip-Beutel).
- b) Herstellung eines Dauerpräparates mit Hoyer-Lösung. Anstelle von KOH oder Wasser wird 1 Tropfen Hoyer-Lösung* verwendet. Leichtes Quetschen unter dem Deckglas. Einige Tage vor dem Versand trocknen lassen.

* Zu beziehen bei Dr. Grogg Chemie AG, Gümligenstrasse 83, CH-3066 Stettlen-Deisswil in 12ml Tropfflaschen

4 Sporenschlüssel der 12 für den Handel relevanten Trüffel

Die Sporenfarben beziehen sich auf reife Sporen. Unreife und reifende Sporen sind generell heller (hyalin, gelblich, hellbraun). Die Sporenzeichnungen werden zweidimensional dargestellt, wie sie sich im Lichtmikroskop präsentieren.

Die im Sporenschlüssel und bei der Beschreibung der Arten erwähnten Masse wurden an den amtlichen Proben erhoben (Ausgenommen *T. macrosporum*, *T. himalayense* und *T. pseudohimalayense*).

Die Sporenmasse sind von Autor zu Autor ziemlich unterschiedlich. Die ausgeprägten Schwankungen erklären sich durch den Reifegrad und die Anzahl Sporen pro Ascus. Reifende Sporen sind nicht nur von hellerer Farbe, sie sind auch kleiner als ausgereifte Sporen. Ebenso sind Sporen umso kleiner, je grösser ihre Anzahl pro Ascus ist.

			Seite
1a	Sporen igelig. Sporen im Bereich von 25 - 54 x 17 - 37 µm.		2
1b	Sporen netzig-wabig. Sporen im Bereich von 20 - 50 x 20 - 37 µm. Ausnahme siehe 6a.		4
1c	Sporen igelig-netzig. Sporen im Bereich von 18 - 35 x 15 - 30 µm.		7
1d	Sporen unvollständig netzig mit plumpen Stacheln. An den beiden Polen napfartige oder trichterförmige Ornamente. Inkonstantes Merkmal von <i>Tuber indicum</i> .	<i>T. himalayense</i>	20
2a	Sporen hellgelb, hellbraun, transparent. Stacheln sehr fein, engstehend, bis 5 µm lang, Sporenmembran fein punktiert.	<i>T. brumale</i>	11
2b	Sporen dunkelbraun, schwarzbraun, opak		3
3a	Sporen mit dünnen, feinen Stacheln von 2 - 2,5 µm, regelmässig angeordnet. Sporenmembran grobpunktiert bis feinschollig, dunkelbraun.	<i>T. melanosporum</i>	13
3b	Sporen mit plumpen, groben, wirr angeordneten, an der Spitze oft eingebogenen Stacheln. Sporenmembran schwarz-braun mit teils konfluierenden grobscholligen Ornamenten.	<i>T. indicum</i>	12
4a	Sporen rundlich, hellgelb, hellbraun transparent, 25 - 32 x 20 - 25 µm, unregelmässiges, weitmaschiges Netz, Wabentiefe 4 - 7 µm.	<i>T. magnatum</i>	22
4b	Sporen anders.		5
5a	Sporen elliptisch, rundlich, hellgelb, hellbraun, transparent mit engmaschigem, unregelmässigem Netz, 20 - 46 µm x 20 - 35 µm, Wabentiefe um die 2 µm.	<i>T. aestivum</i> *	14
	Wabentiefe 4 - 8 µm, Spitzen der Membranen oft eingebogen.	<i>T. uncinatum</i> *	17
	Wabentiefe 3 - 6 µm.	<i>T. mesentericum</i> *	16
5b	Sporenmuster engmaschig, mit regelmässigem 5 - 6eckigem Netz.		6
6a	Sporen sehr gross, 55 - 80 x 39 - 60 µm, opak, dunkelbraun, Wabentiefe 3 - 5 µm.	<i>T. macrosporum</i>	15
6b	Sporen kleiner, 30 - 50 x 20 - 37 µm, hellgelb, transparent, Wabentiefe 4 - 6 µm.	<i>T. borchii</i>	21
7a	Sporen kastanienbraun, transparent mit regelmässiger polygonaler Struktur, Stacheln 5 - 7 µm. Sporenzahl pro Ascus 1 - 8, häufig 5 - 7 (weisse Trüffel mit ähnlicher Sporenskulptur haben nur 1 - 4 Sporen pro Ascus).	<i>T. pseudoexcavatum</i>	18
7b	Sporen braun, braun-schwarz, ellipsoid, mit regelmässigem polygonalem Netz. 1 - 7 Sporen pro Ascus. Sporen lichtmikroskopisch nicht zu unterscheiden von <i>T. pseudoexcavatum</i> . Selten im Handel.	<i>T. pseudohimalayense</i>	19

* Allein auf Grund der Sporenanalyse lassen sich die drei Arten nicht sicher auseinanderhalten. Die korrekte Formulierung bei Begutachtungen ohne makroskopische Anhaltspunkte wäre: "Gemäss Sporenanalyse vereinbar mit dem Formenkreis *T. aestivum* – *T. uncinatum* – *T. mesentericum*."

5 Beschreibung und Sporenbilder der 12 Trüffel

5.1 Schwarze Trüffel mit igeligen Sporen

5.1.1 *Tuber brumale* Vittadini - Winter-Trüffel

Sporen: gelbbraun, transparent, mit feinen bis 5 μm langen Stacheln deren Ursprünge an der Membran eine feine Punktierung aufweisen. Die Basen der Stacheln sind nirgends miteinander verbunden. Sporen ellipsoidisch.

Sporen pro Ascus: 1 - 6, besonders häufig 3 - 5.

Sporenmasse: 25 - 42 x 17 - 25 μm

Fruchtkörper: Je nach Reifegrad schwarz bis pechschwarz von warziger Oberfläche mit flachen, polygonalen Pyramiden mit 5 - 6 Seiten. Die Peridie ist bei der Reinigung mit der Bürste leicht von der graubraunen Gleba mit ihren weissen Venen ablösbar.



Geruch: Frische, reife Fruchtkörper duften intensiv nach sauren Früchten (Äpfel, Zitronen), gelegentlich auch schwer nach Moschus. Alte Trüffel haben oft einen leichten Phenolgeruch.

Varia: *T. brumale* konkurrenziert *T. melanosporum* an denselben Standorten zum Leidwesen der seriösen Truffelculteurs, welche die Winter-Trüffel als minderwertig einstufen. Winter-Trüffel werden oft den Périgord-Trüffel beigemischt oder als "Schwarze Trüffel aus Alba" angepriesen.

Lange, jedoch gröbere Stacheln von 3 - 6 μm sind typisch für *T. rufum*. Die Peridie ist jedoch glatt, je nach Varietät rötlichbraun oder schwarz bei der forma *lucidum*.

VSp: zugelassen

