

13.7.2019

Trüffelanbau Teil II

Von der Natur zur Kultur

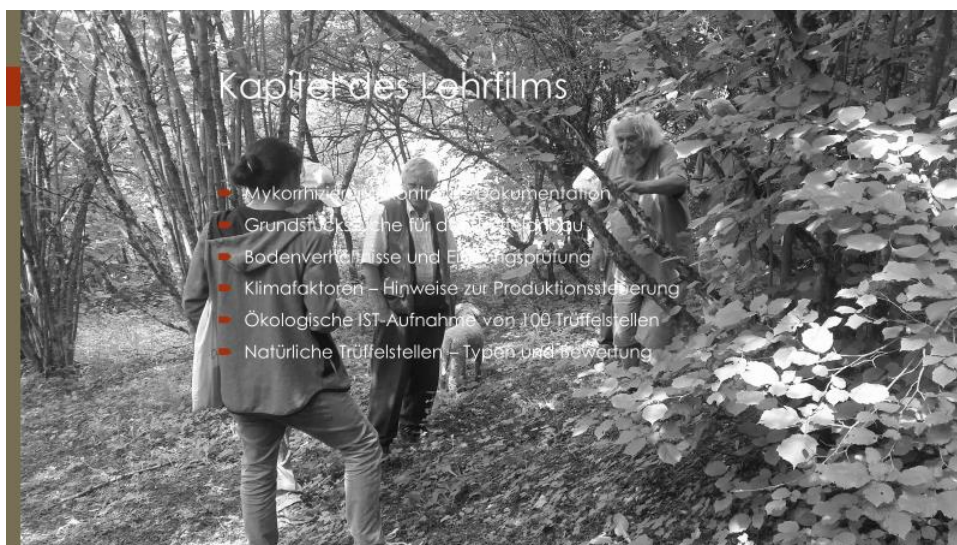


Dieter Honstraß
WWW.TRÜFFELSCHULE.DE



Folie 1

Willkommen zurück. Das Bild zeigt Mitglieder der Forschungsgruppe Hypogäen auf einer Trüffelplantage in Italien.



Folie 2

Hier zunächst ein kurzer Überblick, mit welchen Einzelthemen wir uns in diesem Lehrfilmteil ausführlicher befassen. Am besten ist, sich wieder das Arbeitsheft für eigene Notizen und zusätzliche Informationen auszudrucken. Kein Kapitel sollten Sie überschlagen, denn in jedem Abschnitt erfahren Sie weiteres, notwendiges Knowhow zum gelungenen Trüffelanbau. Denken Sie auch daran, den eigenen Lernprozess immer besser zu organisieren.



Folie 3

In einigen Ländern können Produzenten wie z.B. Baumschulen die Qualität ihrer selbst mykorrhizierten Trüffelbäumchen extern prüfen lassen, ob diese die landesspezifischen Anforderungen für eine Zertifizierung erfüllen. Fällt das Prüfungsergebnis positiv aus, wird darüber ein Zertifikat erstellt. Das ist wie eine halbjährige TÜV-Plakette. Das bedeutet aber leider nicht, dass die Qualität zum Kaufzeitpunkt noch stimmt.

In Spanien, Frankreich und sonst in der Welt ist die Zertifizierung freiwillig. In Italien dagegen ist dies aus gutem Grund für alle Produzenten eine gesetzliche Pflicht.

In Deutschland führen fachlich qualifizierte und seriöse Trüffelbaumproduzenten solche Qualitätskontrollen selbst durch, dokumentieren und publizieren die Ergebnisse.

Der Trüffelbaumhandel ist mit diesem Leistungs- bzw. Qualitätsmerkmal nicht ausgestattet.

Mykorrhizierungskontrolle – eine Qualitätskontrolle

- Wir wollten 1A Qualität erreichen
- Die definierten Mykorrhizierungsziele lauteten
 1. hoher Mykorrhizierungsgrad
 2. stark verzweigtes Wurzelsystem und
 3. weitgehender Konkurrenzausschluss.
- Diese Ziele sind jetzt die Grundlagen für die Kontrollen
- Wurde in allen Einzelschritten exakt und sauber gearbeitet, ist der Mykorrhizierungsgrad nach sechs Monaten, also etwa Ende Oktober zufriedenstellend bis ausgezeichnet.

Folie 4

Zwischenkontrolle - nach zwei bis drei Monaten

- Die grobe Prüfung erfolgt mit dem Binokular bei 20 bis 40x facher Vergrößerung
- Bei Verwendung von Faltcontainern ist für trainierte Prüfer eine Sichtkontrolle jederzeit möglich
- Durch die frühzeitige Erkennung von Unregelmäßigkeiten oder Mängeln kann korrigierend eingegriffen werden
- Nicht! ist schlimmer, als dem wartenden Kunden im Herbst zu eröffnen, seine 2.000 Bäume nicht liefern zu können, weil bei der Produktion und/oder dauerhaften Pflege geplatzt wurde.
- Den monetären Verlust können Sie weckstecken, den Imageschaden allerdings nicht.



Folie 5

Vorbereitung der Hauptprüfung

- Aus einer in allen Einzelschritten einheitlichen Serienfertigung werden willkürlich 10 -12 Bäumchen (hier: Losgröße 1000 Stück) herausgenommen und zur Identifizierung etikettiert.
- Merkmal einer Serienfertigung ist dabei die Prozesswiederholung, d.h. es werden größere, aber begrenzte Stückzahlen von unterschiedlichen Produktarten nacheinander auf der gleichen Produktionsanlage hergestellt. – Das trifft hier zu.
- In einem Qualitätsprüfungsprotokoll werden nun die ersten ermittelten Daten festgehalten wie Beschreibung der Losnummer, sowie die wichtigsten IST-Daten aus dem dazu gehörigen Mykorrhizierungsprotokoll übertragen



Folie 6

Bei kleineren Losgrößen bis 100 Stück sollten mindestens fünf Bäumchen geprüft werden.
Meine Empfehlung ist, Losgrößen auf maximal 500 zu beschränken.

Mykorrhizierungsprüfung

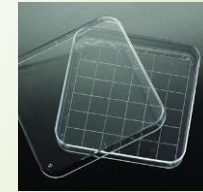
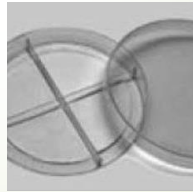
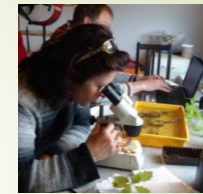
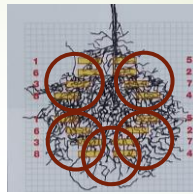
- Vermessung und Dokumentation der Baum(Wuchs-)höhen
- Pflanzen aus dem Fallcontainer nehmen und in ein Wasserbad legen
- 20- 30 Minuten gemächlich einweichen
- Danach behutsam die Erde von den Wurzeln trennen, dabei keine Erklümpchen abreißen, da diese oft vom Mycel zusammengehalten werden
- Ein Ultraschallbad (6l) leistet dabei große Hilfe, vor allem wenn zusätzlich auch die Wurzelmasse in cm³ ermittelt werden soll
- Ermittlung der Anzahl der Hauptwurzeln einschließlich der Nebenwurzeln 1. Grades
- Beschreibung der Hauptwurzeln bezüglich der Wuchsform



Folie 7

Mykorrhizierungsprüfung

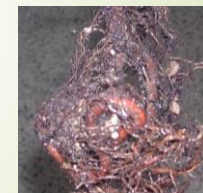
- Diese schematisierte Anleitung zur kompletten Ermittlung von Mykorrhizen kann man als Zertifizierungsstelle bzw. für Forschungszwecke umsetzen.
- Für die Erfolgskontrolle zum Eigenbedarf reichen je fünf Wurzelenden 3. Grades - Länge etwa fünf cm - mit den Feinwurzeln aus verschiedenen Bereichen des Wurzelballens (oben, mittig, unten) zu separieren/entnehmen.
- Bei jedem dieser Wurzelstücke die Wurzelspitzen unter dem Binokular komplett auszählen
- Dazu z.B. Petrischalen mit Gitter oder Quadratenteilung als Hilfe verwenden
- Wurzelhaarbildungen auszählen
- Mykorrhizierte Wurzelspitzen auszählen
- Makroskopisch unterschiedliche Mykorrhizen einzeln auszählen
- Die ermittelten Werte in das Prüfungsprotokoll eintragen



Folie 8

IST-Beschreibungen und Beurteilungen

- Zwischenkontrolle nach zwei bis drei Monaten
- Oben links: Hier wurde die Pflanzerde zu locker eingefüllt, daher im oberen Bereich unzureichende Wurzelbildung – daneben im Bild: starke Wurzelbildung
- Oben rechts: reichlich verzweigt nach sechs Monaten und voll mykorrhiziert, fast Null Konkurrenz
- Unten links: Sehr schwache Wurzelbildung, zu wenig Inoculum
- Unten rechts: Drehwurzelsbildung (Dutt) Ergebnis ungeeigneter z.B. runder Pflanzbehälter



Folie 9

Im eigenen Interesse sollte durchaus nach drei Monaten schon mal eine Zwischenkontrolle erfolgen. Wurde sorgfältig gearbeitet, sind die ersten Mykorrhizen erkennbar. Wenn nicht, bleibt Zeit den Mangel zu beheben.

Weitere Kontrollergebnisse

- Oben links: Mit etwas Glück kann man die ersten Primordien (etwa 1-2mm) bei zweijährigen Pflanzen entdecken
- Oben rechts: Die drei Haseln links im Wasserbad sind zwar mykorrhiziert, es fehlt aber eine gut entwickelte Wurzelbildung. Hier wurde zu wenig Inoculum eingesetzt, nicht ordentlich gemischt oder/und keine vollreifen Trüffeln verwendet
- Unten links: Fäblinge (Hebeloma) sind Konkurrenten. Hier wurde entweder nicht pasteurisiert oder mit unkontrollierter Wurzelware gearbeitet, oder...
- Unten rechts: So sieht der Wurzelballen aus, wenn Sporen oder Mycel von Basidiomyceten im Substrat vorhanden waren oder nachträglich z.B. mit Regenwasser eingebracht wurden.



Folie 10

Bestimmung der Pilzart anhand der Ekro-Mykorrhiza Wann und wie ist das möglich?

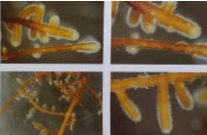
- Hier sind drei verschiedene Trüffelarten an drei verschiedenen Baumartenwurzeln abgebildet.
- Können Sie morphologische Verschiedenheiten definieren?
- Um hier Unterscheidungen vorzunehmen ist viel Übung mit längerer praktischer Mikroskopierfahrung notwendig. Dazu gehören zwingend zusätzliche, pilzkundliche Spezialkenntnisse.
- Die Feinwurzeln sind von Pilzfäden, das sind entweder Hyphen, Zystiden oder/und Rhizomorphen umsponnen
- Diese müssen zusätzlich auf ihren feinen Aufbau hin mikroskopisch untersucht werden
- Eine Beurteilung erfolgt auch bezüglich der Sekundär- und Feinwurzelformen, sowie der Verzweigungstypen.
- Schließlich wird die Oberflächenstruktur des Hyphenmantels der Mykorrhiza auf ihre äußere Struktur überprüft und
- mit einem Radial- und Tangentialschnitt die innere Struktur von Hyphenmantel, Wurzelzellen und Hartig'schem Netz ermittelt

Tuber aestivum an Hainbuche



Tuber aestivum an Hasel





Tuber puberulum an Weißtanne



Tuber borchii an Hasel

Folie 11

Was ist nun was?

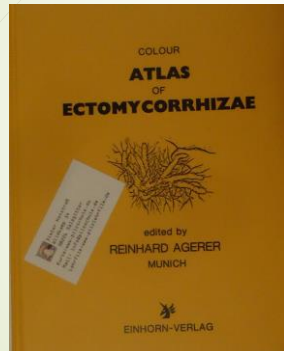
Oben links Tuber aestivum an Carpinus betulus (Hainbuche)

Oben rechts Tuber aestivum an Corylus avellana (Hasel)

Unten links Tuber puberulum an Abies alba (Weiß-Tanne)

Unten rechts Tuber borchii an Corylus avellana (Hasel)

Bestimmungsliteratur

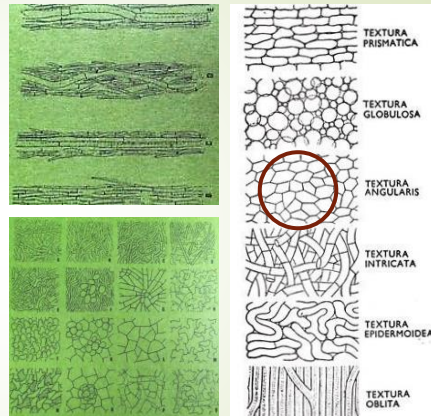


- Nach dieser mikroskopischen IST-Aufnahme erfolgt ein Vergleich mit einem Bestimmungswerk wie "Color Atlas of Ectomycorrhizae" von Reinhard Agerer
- Da gibt es bloss ein Problem: Agerer hat nicht primär die in Kultur genommenen Trüffeln und deren diverse Baumpartner in seinem mehrbändigen Atlas verarbeitet, sondern das, was er und seine Studenten in und um München herum oder auf Forschungsreisen gefunden und untersucht haben.
- Einige Konkurrenzpilze finden wir hier schon, das aber reicht nicht hin.
- Trotzdem kann der Fortgeschrittene mit dem Werk etwas anfangen, in dem er sich die beschriebenen Arbeitstechniken und pilzkundlichen Spezialkenntnisse aneignet

Folie 12

IST-Aufnahme zur Bestimmung von Ekto-Mykorrhiza

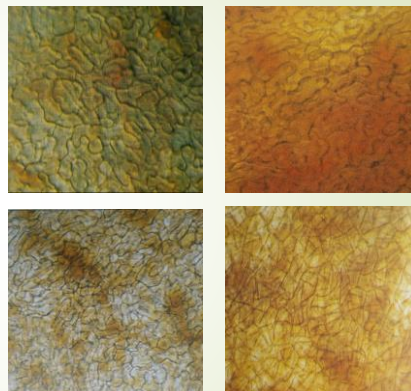
- Oben links sind Beispiele von "Versorgungsleitungen" mancher Pilzarten, den so genannten Rhizomorphen erkennbar
- Während im Bild darunter verschiedene Oberflächenstrukturen in diesem Bestimmungswerk vorgestellt werden
- Das rechte Bild dagegen zeigt die dem Pilzmikroskopiker bereits bekannten Strukturen der Tramen (Fruchtfleisch).
- Der Hyphenmantel von *Tuber aestivum* zeigt beispielsweise eine Oberflächenstruktur, die der *Textura angularis* am nächsten kommt.
- Diese Struktur wird von anderen Autoren auch als polygonal bezeichnet.



Folie 13

Oberflächenstrukturen des Hyphenmantels

- Die Manteloberflächen von
- *Tuber magnatum* (oben links)
- *Tuber melanosporum* (oben rechts) und
- *Tuber brumale* (unten links) wird als "puzzelförmig" definiert,
- Während *Tuber aestivum* (unten rechts) durch eine $\pm$ polygonale Oberflächenstruktur gekennzeichnet ist.



Folie 14

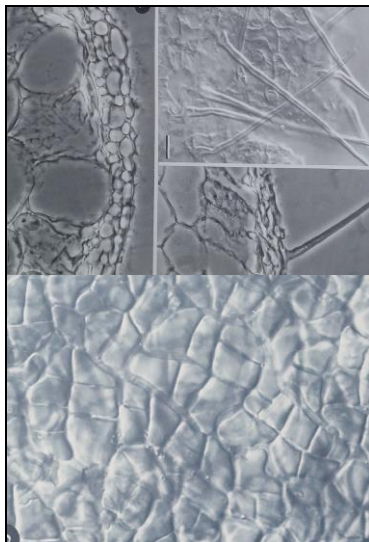
Alles

Tuber aestivum?

- Das Bild zeigte ich schon einmal. Erinnern Sie sich?
- Mit dem neuen Wissen können Sie nun erkennen, dass es neben den rotbräunlichen Mykorrhizen der Sommertrüffel noch andere mit starker Mycelbildung gibt.
- Vermutlich handelt es sich um einen Basidiomyceten, der sich kurz vor der Primordienbildung befindet...



Folie 15

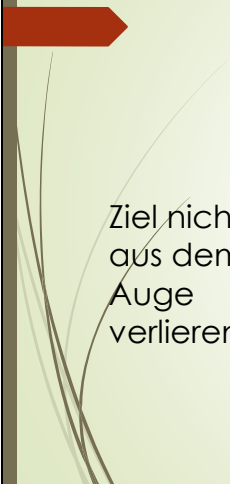


Bestimmung von Ektomykorrhizen

- Im oberen Bild links sind die vergrößerten Wurzelrindenzellen von Hyphen der Art *Tuber borchii* umgeben und bilden das Hartig'sche Netz.
- Der Schnitt durch den Hyphenmantel offenbart weiter, dass dieser durch mehrere Hyphenschichten gebildet wird.
- Im rechten Teil sind vom Hyphenmantel sterile Zellen (Zystiden) erkennbar. (Originaltext: Details cross-section, Hartig net, cystidia)
- Das untere Bild zeigt die polygonale Oberflächenstruktur des Hyphenmantels von *Tuber aestivum* (Originaltext: Outer mantle with angular cells)

Folie 16

Folie 17



Ziel nicht aus dem Auge verlieren

- Ziel ist ja nicht ungewollte Fremdpilze zu bestimmen, sondern festzustellen ob ein Großteil der Mykorrhizen von *Tuber aestivum* stammt. Also von der Art ist, die wir anbauen wollen.
- Bei der Mykorrhizierungskontrolle müssen wir nur die Mykorrhizen von *Tuber aestivum* als Art sicher bestimmen und unterscheiden können.
- Dann ist auch egal, ob die Fremdpilze zu *Russula*, *Laccaria*, *Hymenogaster*, *Hebeloma*, *Peziza*, *Helvella* oder *Boletus* gehören.
- Was nicht *Tuber aestivum* ist, sind Fremdpilze. Sind Konkurrenzpilze, die wir nicht haben wollen.
- Stelle ich Rhizomorphen fest, handelt es sich eben um irgendeinen Basidiomyceten.
- Ermittle ich Hyphen mit Schnallen, kann das ebenso kein Ascomycet sein.
- Stelle ich eine puzzleartige Oberfläche des Hyphenmantels fest, kann es ebenfalls nicht *Tuber aestivum* sein.
- Am besten ist, an praktischen Einführungskursen von Trüffelvereinen, Trüffelverbänden oder einer Forschungsgruppe teilzunehmen.

Folie 18



Zusammenfassung

- Wer Qualität produzieren will muss nicht nur zielorientiert vorgehen, sondern sein Tun auch in allen Phasen protokollieren.
- Das Prüfungsprotokoll unterstützt und ermöglicht eine planvolle und wirksame Erfolgskontrolle mit den notwendigen Abweichungsanalysen.
- Neben einer Zwischenprüfung ist spätestens nach sechs Monaten eine Mykorrhizierungskontrolle notwendig.
- Bis zu einem gewissen Grad ist die Qualitätsprüfung nach vielen praktischen Übungen mit Anleitung durch einfache Sichtkontrolle und Binokular möglich.
- Richtig gemacht ist dies ausreichend, um das Ergebnis seriös zu bewerten.

Empfehlungen der Trüffelschule

Wissenschaftlich genaue Überprüfungen ist etwas für größere gewerbliche Betriebe, versierte Mikroskopiker, Wissenschaftler und/oder Zertifizierungsstellen. Als Käufer von Trüffelbäumchen lassen Sie sich von der Trüffelbaumschule am Tag der Übergabe zeigen und vorführen, wie die gelieferte Ware mykorrhiziert ist. Dazu empfehle ich, sich im eigenen Interesse vorher mit der Mykorrhizierungsprüfung in Theorie und Praxis auseinander zu setzen.

Den Trüffelbaumschulenbetreibern empfehle ich, ab einer bestimmten Stückzahl dem Kunden unaufgefordert die Qualität der Ware bei Auslieferung vorzuführen und sich dies vom Kunden mit der Empfangsbestätigung gegenzeichnen zu lassen.

Mein Vorschlag: Eigenen Bestimmungsschlüssel erstellen

- **Pflanzerde**
10 Liter Pflanzerde vorbereiten. Mischung: 1/3 Blumenerde, 1/3 Rendzina (oder alkalischer Waldboden), 1/3 Ackerboden, gut mischen, mit etwas Gartenkalk auf pH über 7,0 bringen
- Los Nr. 1. 1/3 der Pflanzerde **ohne** jegliche Wärmebehandlung
- Los Nr. 2. 1/3 der Pflanzerde bei 85 ° C zwei Stunden pasteurisieren
- Los Nr. 3. 1/3 der Pflanzerde bei >100°C neunzig Minuten sterilisieren
- **Inoculumherstellung**
Pro Bäumchen 1 g des Frischpilzes zur Inoculumherstellung.
- A. Inoculum von reifen sorgfältig gereinigten und desinfizierten Trüffeln im sorgfältig gereinigten und desinfizierten Behälter und Pürierstab anfertigen für Los Nr. 3
- B. Inoculum von reifen, nicht sonderlich gereinigten und nicht desinfizierten Trüffeln anfertigen für Los Nr. 1 und 2
- **Sämlinge**
Samen waschen, desinfizieren und in Perlit bringen. Für alle drei Versuchsreihen je sechs steril in Perlit gezogene Sämlinge derselben Baumart verwenden und am selben Tag eintopfen, angießen und mit Perlit oder Kalksplit (aber einheitlich) abdecken. Protokoll anfertigen und Sämlinge mit Schlaufenetiketten unverwechselbar kennzeichnen.
- **Aufbewahrung, Pflege und Wartung**
Die 18 Bäumchen werden zusammen aufbewahrt und erhalten alle die gleiche Pflege.
- **Mykorrhizierungskontrolle**
Zunächst Los Nr. 3 mit Protokollerstellung, dann Los Nr. 2 und dann Los Nr. 1. Die Vergleiche der Protokolle in Wort, Zahlen und Bildern dürfte ausreichen, Tuber aestivum sicher zu erkennen und von anderen Mykorrhizen abzugrenzen.

Folie 19

Um sich in der Mykorrhizierungsprüfung von *Tuber aestivum* mit Binokular und Mikroskop einzuarbeiten und zu üben, empfehle ich verschiedene Versuchsreihen wie vorstehend zu produzieren. Damit haben Sie auch drei verschiedene Ergebnisse vorliegen, die Ihnen die Unterscheidungen ermöglichen.

Kapitel 11 – Grundstückssuche

Grundstückssuche

Was darf ein gutes Trüffelgrundstück kosten?



Folie 20

Was darf ein gutes Trüffelgrundstück kosten? 1, 3, 5, 10 oder mehr €/m²?

Die Frage werden Sie bald beantworten und begründen können. Aber: Ein nach Süden abfallendes Grundstück in einer Lage wie hier werden Sie wohl kaum finden. Vor rund zwanzig Jahren legte Dave die Plantage rechts im Bildbereich an und erweiterte diese vor vier Jahren. Was es mit dieser

Schatztruhe auf sich hat, erfahren Sie an anderer Stelle in diesem Lehrfilm. Jetzt begeben wir uns gemeinsam auf Grundstückssuche.

Lage, Lage, Lage! Neben einer guten Lage sind viele weitere Kriterien entscheidend – etwa, ob das Grundstück auch dann noch groß genug ist, wenn mögliche Abstandsflächen berücksichtigt werden, ob es genügend erschlossen, es mit einer Grunddienstbarkeit belastet ist und auf welche Art und Weise es genutzt werden darf. Bei der Suche kann es sich lohnen, im Zweifel einen Experten zu Rate zu ziehen – zum Beispiel einen geprüften Trüffelanbauberater. Das kostet zwar, doch kann das den Grundstückskäufer im Ernstfall vor einem Fehlkauf bewahren.



Folie 21

Wie und wo finde ich ein geeignetes Grundstück in Deutschland? Da gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder ist mir ein potenzielles Grundstück schon bekannt, kenne aber den Eigentümer nicht. Oder aber: Ich begeben mich auf die Suche in einer bestimmten Region. Schauen wir uns zunächst das erste Fallbeispiel an.

Fallbeispiel A
Bekanntes Grundstück

- Sie wohnen in einer bereits ± bekannten Trüffelregion wie hier in Alfeld/Niedersachsen
- Dass es im Leinebergland Trüffeln geben soll, haben Sie mehrfach der lokalen Presse entnommen, aber auch Berichte im Fernsehen verfolgt
- Ihr Plan B zur Altersversorgung ist, sich ein Grundstück zu kaufen und darauf Trüffeln anzubauen

Folie 22

Zunächst einmal benötigen Sie klare Vorstellungen, wie ein geeignetes Grundstück beschaffen sein sollte. Einiges dazu haben Sie schon in den vorangegangenen Kapiteln erfahren. Am besten Sie fertigen sich aus all diesen Informationen eine Checkliste. – Ein Kriterium zur Erinnerung: Die meisten Trüffeln sind kalkhold. Wir suchen also ein Grundstück mit kalkhaltigem Boden.

Folie 23

Grundstücksrecherchen mit Google-Maps

- Bei einem Spaziergang am Steinberg NW von Röllinghausen in der Nähe von Alfeld haben Sie ein gepflügtes, aber nicht bestelltes Feld entdeckt.
- Der nach Süd bis SW leicht abfallende Acker ist mit vielen größeren weißen Steinen übersät.
- Ein Tropfen Salzsäure auf den Boden gegeben führte zum starken Aufschäumen: Es ist freier Kalk im Boden vorhanden
- Der zusätzlich durchgeführte einfache pH-Test mit einer Indikatorflüssigkeit aus dem Gartenhandel ergab einen Wert oberhalb von 7,0 pH
- Nach allem was Sie bislang wissen, könnte das ein geeignetes Grundstück sein. Wie ermittelt man nun den Eigentümer?



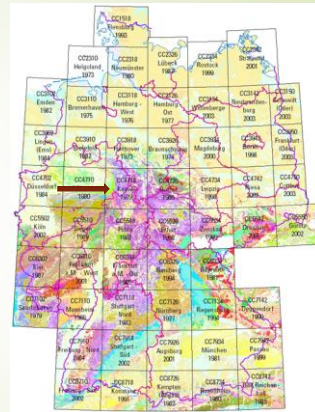
Folie 24

Bei einem bekannten Grundstück: Eigentümerermittlung über Katasteramt

- Bereiche/Grundstücke (z.B. in bekannten Trüffelgebieten) zuvor mittels Topografischer Karte bestimmen, Kartenausdruck(e) mitnehmen
- Anliegen im Katasteramt (zuständige Kreisstadt) mündlich, persönlich vortragen
- Anhand der Flurkarte Eigentümer und ggf. weitere (Nachbar-)Eigentümer mit Adresse ermitteln
- Mögliche Eigentümer: Bund, Land, Verwaltungsgesellschaften, Gemeinde, Kirche, Stiftung, Firmen, Erbengemeinschaften oder Einzelpersonen
- Derzeitige Nutzungsart ermitteln (Wald, Wiese, Acker, Garten, Freizeitfläche etc.)
- Ggf. Schutzstatus (NSG, LSG etc.) ermitteln
- Jetzt könnten Sie zu dem Eigentümer Kontakt aufnehmen, um weitere Einzelheiten zu erfahren

Fallbeispiel B unbekanntes Grundstück

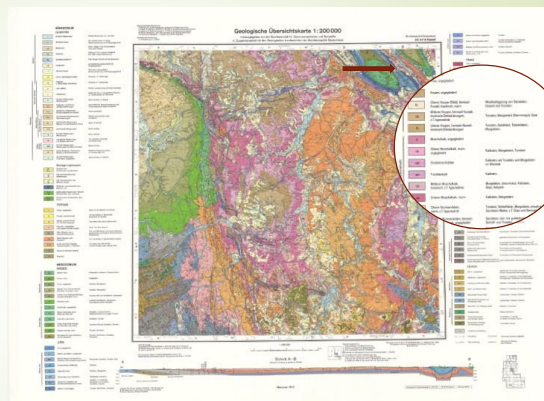
- Unbekanntes Grundstück in unbekannter Umgebung in Deutschland suchen
- Mit geologischer Karte prüfen, ob es z.B. in der Region Alfeld Kalkgebiete gibt
- Geologische Karten mit Maßstab 1: 200.000 kann man kostenlos runterladen
- Bei Google *guek200* eingeben
- Sie landen bei der BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
- Auf der eben gezeigten Blattübersicht für die *guek200* finden Sie Ihre Region heraus
- In unserem Beispiel ist es die guek4718 (Kassel)



Folie 25

Kalkgebiete suchen

- Alfeld liegt ganz oben rechts auf der Karte
- Die Legende ist nach Erdzeitalter geordnet
- Die Farben in der Karte ermöglichen eine schnelle Zuordnung
- Die Buchstaben präzisieren die Suche
- Daneben sind die Gesteinsarten angegeben



Folie 26

Laden Sie die geologische Karte aus Ihrer Region gleich mal runter, damit Sie sich in Ihrer Umgebung mit den geologischen Verhältnissen vertraut machen können.



Folie 27

Oberhalb von Röllinghausen, von NW nach SO verlaufend, ist ein schmaler Bereich rötlich gekennzeichnet. Wenn Sie Muschelkalk in der Legende auf der heruntergeladenen Karte herausgefunden haben, sind Sie wieder einen gewaltigen Schritt weiter. Prima. Aber aufgepasst, es gibt auch Grundstücke mit Buntsandstein im Untergrund. Die Bereiche sind sauer, statt alkalisch. Mehr dazu gleich im nächsten Kapitel

Übungen für Zuhause:

Suchen Sie mittels der heruntergeladenen guek200 von Kassel heraus, ob in der Gegend um Bad Driburg, Bad Wünnenberg oder Hofgeismar Kalkgebiete zu finden sind.

Aus der Legende einer guek200 (hier 4718 Kassel) suchen wir nun kalkhaltiges Ausgangsgestein heraus. Kalk- und Mergelstein aus dem Erdzeitalter Kreide und Jura, Muschelkalk aus der Trias, aber auch Massenkalk aus dem Devon oder Carbon sowie Kalktuffgebiete aus dem Quartär wären potentielle Trüffelanbaugebiete.

Grundstückssuche in fremder Umgebung

- Tages- und Wochenzeitungen sowie Anzeigenblätter (online und/oder als Hardware) der Region ermitteln und Suchanzeige(n) aufgeben und/oder
- Onlinerecherchen: Grundstücksbörsen (Kammern, Makler, Vereinigungen) Grundstücksverwaltungen etc.
- Zwangsversteigerungen bei den Amtsgerichten der Region (Kreisstädte)
- Kontakt- und Erkundungsgespräche mit Bewohnern, Spaziergängern, Bauern, Kirchen, Liegenschaftsämter etc



Folie 28

Beispiele für Kleinanzeigen

- So kamen bereits einige aus der Forschungsgruppe Hypogäen (FGH) an ein Grundstück für den Trüffelanbau
- Beispiel Anzeige 1: Grundstück mit kalkhaltigem (auch steinigem) Boden ab 1000 m² für Anbauversuche mit Pilzen in der Region Bad Driburg zur Pacht oder Kauf – ggf. auch Ausgleichfläche/Beteiligung gesucht. Anfragen/Angebote: info@trueffelschule.de oder über Phone: 0175-1234567
- Beispiel Anzeige 2: Suche Grundstück auf Kalkboden, auch alte Obstwiese oder Ackerland am Waldrand, ab 0,1 ha Region Eggegebirge. Näheres/Angebote: 0175-1234567
- Auf diesem Grundstück in der Waldecke mit gut 3.000 m² ist inzwischen eine Trüffelanlage etabliert.



Folie 29

Sie wissen nun wie Sie in völlig fremder Umgebung Kalkgebiete finden. Hier nun zwei konkrete Beispiele mit Kleinanzeigen mit denen Mitglieder der Forschungsgruppe Hypogäen in ihrer Region Erfolg hatten. Die Kleinanzeigen wurden gleich mehrfach hintereinandergeschaltet. - Auf diesem Grundstück in der Waldecke mit gut 3.000 m² ist inzwischen eine Trüffelanlage etabliert.

Zwangsversteigerungen in den Kalkgebieten

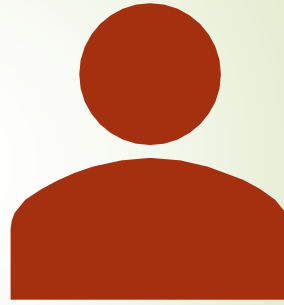
- In jedem Bundesland, wie diese Beispiele der Amtsgerichte Northeim (oben) und Holzminden (unten) in Niedersachsen, zeigen, sind Zwangsversteigerungen von landwirtschaftlichen Grundstücken, aber auch Waldflächen und bebauten Grundstücken online einsehbar.
- Manchmal gleich mit einem Einfamilienhaus drauf und 1300 m² Grundstücksfläche für ein Schnäppchenpreis
- Preiswerter als über eine Zwangsversteigerung kommt man wohl kaum an ein Grundstück.
- Auch diese Möglichkeit nutzten Mitglieder der Forschungsgruppe Hypogäen (FGH), um an ein Grundstück für den Trüffelanbau zu kommen



Folie 30

Verhandlung mit Eigentümer

- Neugier/Interesse wecken durch Absicht erläutern: Versuchsfläche für Pilzanbau (Morcheln, Steinpilze, Edelreizker, Trüffeln)
- Kauf oder Pacht, aber auch Beteiligung **oder**
- Einstieg in vorhandene Trüffelanlage
- Ggf. Besichtigungstermin für eine Begehung mit Groberkundung
- Wenn nicht, wer ggf. sonst?
- Vorhaben ggf. mit Angehörigen der FGH durchdenken/diskutieren
- Kontakte zu Trüffelverbänden und Trüffelvereinen oder Gründung
- Nehmen Sie an Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen zum Thema Trüffelanbau teil.



Folie 31

Zusammenfassung

- Unser Fallbeispiel ergab einen kalkhaltiger Boden über Muschelkalk, mit sichtbaren Kalksteinen im leicht nach SW abfallenden Acker mit einem pH-Wert höher als 7,0.
- Geologische und topografische Informationen helfen vorab bei der Grundstückssuche und Grobbewertung. Informationen aus diesen Quellen benötigen wir noch an anderer Stelle.
- Bodenproben, Laboruntersuchungen sowie die Bewertung von Bodenstruktur, Bodenarten und anderen Parametern warten im nächsten Abschnitt auf uns.
- Warten Sie diese Informationen noch ab, dann wissen Sie genau, ob man sich um so ein Grundstück ernsthaft bemühen sollte

Folie 32

Kapitel 12 – Bodenverhältnisse und Eignungsprüfung

Der Boden

Bodenverhältnisse und
Eignungsprüfung



Folie 33

Wünschenswerte Böden für die Forst- oder Landwirtschaft sind möglicherweise für den Trüffelanbau nicht geeignet. Umgekehrt schließen schlechte Bodentypen eine mögliche Trüffelproduktion nicht automatisch aus. – Zur Erinnerung: Wir betreiben Pilzwirtschaft.

Folie 34

Bodenprobe und Eignungsprüfung

- Nachdem wir soeben in einem Fallbeispiel mit einfachsten Mitteln eine erste grobe Einschätzung des Ackerbodens auf mögliche Eignung für den Trüffelanbau vornahmen, wollen wir uns in diesem Kapitel mit den Bodenverhältnissen genauer auseinandersetzen.
- Dabei ist eine Bodenprobe nur ein Teil der IST-Aufnahme.
- Ziel dieser IST-Aufnahme ist, zunächst wegweisende Kriterien zum Trüffelanbau wie pH-Wert, Makro- und Mikronährstoffe, Humusgehalt sowie die Bodenart zu ermitteln.
- Die Analyse einer Bodenprobe erfolgt durch ein Labor.
- Da es keine Labore speziell für den Trüffelanbau gibt, muss der Auftraggeber dem Labor seiner Wahl einen klaren Auftrag erteilen, auf was hin überhaupt untersucht werden soll.
- Wichtige Einschätzungen sind nur möglich und gelingen treffender, wenn wir uns zunächst mit einem vereinfacht dargestellten, echten Trüffelstandort vertraut machen.

Folie 35

Von der Natur zur Kultur

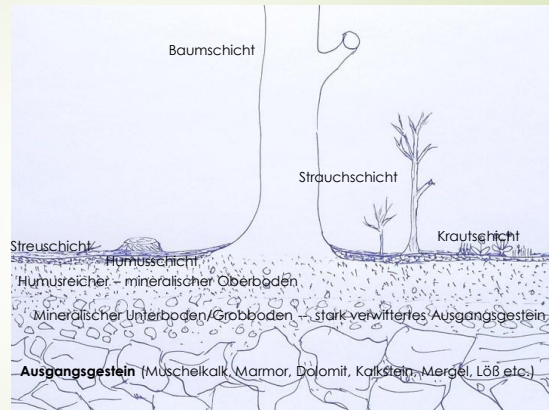
- Zweckmäßig ist, sich vor der eigentlichen Probennahme in unserem Fallbeispiel A erst einmal im Nahbereich des Feldes umzuschauen
- Bei diesem Querschnitt des Bodens am nördlich angrenzenden Waldrand bekommen wir einen ersten Eindruck, wie der Boden - bevor er Ackerland wurde - entstand. Größere Steine vom verwitterten Ausgangsgestein sind im Grobboden deutlich erkennbar.
- Der Feinboden darüber, auch Oberboden genannt, ist durch eingesickerte Humusanteile fast schwarz. Diesen Bodentyp bezeichnet man als Rendzina. Er bildet sich im Laufe von Jahrhunderten in Buchenwäldern über Kalkgestein. - Der Boden ist ± mittelgründig
- So ein Standort bietet den Trüffeln gute Voraussetzungen



Exakt in so beschaffenen Waldbereichen finden wir sehr häufig die Burgunder- bzw. Sommertrüffel. Damit ist dieser Boden ohne Frage für den Trüffelanbau geeignet. Zusätzlich erkennbar ist oben links im Bild eine Krautschicht (Efeu) aber auch, dass hier die Wurzeln der Bäume bis tief in den Grobboden reichen. Der Boden ist hier flach- bis mittelgründig. Wie aber ist der Acker beschaffen?

Ökologie eines Trüffelstandortes

- Streuschicht
- Humusschicht
- Mineralischer Oberboden
- Mineralischer Unterboden
- Ausgangsgestein
- Krautschicht
- Strauchschicht
- Baumschicht



Folie 36

Zum besseren Verständnis soll dieses Diagramm dienen. Es zeigt einen typischen Trüffelstandort im Schnitt. Die dem Boden aufliegende lockere Schicht aus totem organischen Material bezeichnen wir als Streuschicht (O_L -Horizont). Diese geht in die durch Zersetzungsprozesse entstandene, darunter befindliche Humusschicht (O_H -Horizont) über. Bestandteile der feinen und feinsten Humusteilchen sind über Jahre in den mineralischen Oberboden (A-Horizont) verfrachtet und haben ihn dunkel eingefärbt. Zuunterst sehen wir das Ausgangsgestein (C-Horizont), welches - durch Verwitterungsprozesse zerkleinert - den darüber liegenden Grobboden, bzw. mineralischen Unterboden (B-Horizont) gebildet hat. Das Ausgangsgestein selbst ist letztlich maßgebend für die Alkalität bzw. Acidität des darüber befindlichen Bodens. Den Bewuchs unterteilen wir von der Krautschicht über die Strauchschicht bis hin zur Baumschicht. – Das alles hat Einfluss auf das Trüffelwachstum.

Die sich ständig durch Anfall von totem organischen Material (Blätter, Zweige, Stengel, Aste, Früchte, Samen, Fruchtschalen, Käferflügel, Urin, Kot, Kadaver, Haare, Haut, Horn, Nadeln, Federn, Zapfen etc.) erneuernde Streuschicht ist die Nahrungsquelle für unzählige Pilzarten, den Saprobionten. Die winzigen Reste dieser durch allerlei Zersetzungstätigkeit in verschiedene Größen reduzierten Teile bilden die Humusschicht. Hier sind andere, besonders spezialisierte Pilze - so genannte „saprob“ lebende Folgezersetzer - dabei, diese Ressourcen zu nutzen und immer weiter abzubauen. Käfer, Larven, Hundertfüßer, Assel, Würmer, tausende von kleinen und kleinsten Lebewesen bis hin zu den Bakterien im Boden sorgen neben dem Regen für den ständigen Transport dieser Teile nach unten in den mineralischen Oberboden, gleichzeitig aber auch für den Transport von Mineralien aus dem Grobboden nach oben.

Nicht glauben – kontrollieren Bodenproben

- Wo wachsen Trüffeln in freier Wildbahn? Je genauer wir das wissen, je präziser wir das definieren, umso besser sind die Chancen für einen erfolgreichen Trüffelanbau.
- Weil für Deutschland es derartige Untersuchungen nicht gab, hat der Verfasser des Lehrfilms persönlich ab 2011 von rund 150 Trüffelstandorten – wie hier in Osnabrück – Bodenproben entnommen.
- Verschiedene Labore in Niedersachsen analysierten die Proben. So war es möglich, die für den Anbau von Sommer- und Burgundertrüffel speziell in Deutschland geeigneten Boden- und Umgebungsverhältnisse nach und nach zu ermitteln
- Was wollen wir nun konkret feststellen?



Folie 37

Als Handwerkzeug wird ein Bohrstock mit 30 cm Einstichtiefe benötigt, wie er beispielsweise bei ehlert-partner.de angeboten wird. *Tuber aestivum* wächst genau in diesem Bereich. *Tuber magnatum* dagegen ist in einer Tiefe zwischen 20-50 cm anzutreffen.

Bodenprobenahme

- Eine Einzelprobe, das ist ein einziger 30cm tiefer Einstich mit dem Bohrstock, um die unzerstörte physikalische Bodenstruktur zu ermitteln und zu beurteilen. - Fertigen Sie davon bei Ihrer Bodenprobe auch ein Bild wie hier rechts gezeigt an.
- Eine Misch- bzw. Sammelprobe dagegen besteht aus mehreren (10 – 15 (20)) Einzelproben, die sorgfältig homogenisiert (im Eimer zerkleinert) werden. Einen Großteil von 400 - 500 g erhält das Labor
- Eine Rückstellprobe (das ist die restliche Teilprobe) von 100-150g verbleibt zur fachlichen Absicherung bzw. Kontrolle beim Auftraggeber. Proben mit Datum, Name der Probestelle und des Einsenders beschriften.

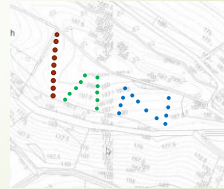


Folie 38

Benötigtes Werkzeug: Bohrstock, Kunststoffeimer, Schraubenzieher, Plastikbeutel mit Beschriftungsfeld, Glas mit Deckel für die Rückstellprobe, Filzstift

Flächenbeprobung und Dokumentation

- Ein Bodentest ist unerlässlich um festzustellen, wie ein Boden verbessert werden kann.
- Bei uneinheitlichen Bodenverhältnissen, wie auf der Satellitenaufnahme an der Bodenfärbung erkennbar, gesondert beproben
- Das gilt auch für anders auffällige Teilstandorte, z.B. unterschiedlicher Bewuchs einer Grünfläche
- Für dieses etwa 1,35 ha große Grundstück sind also drei Mischproben zu empfehlen
- Entnahme der Einzelproben in jedem der drei Sektoren erfolgen entweder diagonal oder im Zickzack
- Probenentnahmebereiche in einem Bodenplan (Skizze oder Flurkartenausschnitt) dokumentieren
- Als Grundlage für den Bodenplan kann eine topografische Karte mit kleinem Maßstab oder Skizze dienen



Folie 39

Die Bodenprobe(n) sollte nicht bei Regen stattfinden und bis zum baldigen Versand kühl (4°C) und trocken lagern. Empfehlenswert ist, die Proben durch ein Labor der eigenen Wahl überprüfen zu lassen.

Analyse-Auftrag an das Labor

- Die Analyse der Bodenprobe auf Eignung als Trüffelstandort soll auf folgende Parameter erfolgen:
- pH-Wert, N_{tot} , P, K, Mg, Mn, Cu, Zn, B, Na, CaCO_3 , C_{org} , Humus, C/N Verhältnis und Bodenart mit ausdrücklicher Einstufung nach Bodenartendiagramm der „Bodenkundlichen Kartieranleitung“, aber ohne Düngeempfehlung
- Genau so sollte der klare schriftliche Auftrag an das Labor der eigenen Wahl laufen. Ein mögliches Labor für die Einsendung der Bodenprobe wäre Agrolab, irgendwo in Deutschland.
- Einen nachhaltigen Nutzen haben Sie nur, wenn Sie die Ergebnisse verstehen und selbst richtig deuten können. Daher wollen wir uns nun mit den wichtigsten Parametern vertraut machen



AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH
 Breslauer Str. 60, 31157 Sarstedt, Germany
 Tel.: +49 (05066) 90193-0, Fax: +49 (05066) 90193-35
 eMail: sarstedt@agrolab.de www.agrolab.de

Folie 40

Bewertungskriterien für den Trüffelanbau

- Laborergebnis vollständig?
- Der pH-Wert
- Der Kalkgehalt
- Der Humusanteil
- Die Bodenart
- Die Bodenstruktur
- Die Bodenfeuchte
- Die Gründigkeit
- Makro- und Mikronährstoffe
- Exposition



Folie 41

Sobald der Analysebericht des Labors vorliegt, überprüfen Sie gleich, ob der Auftrag auch vollständig ausgeführt wurde. Das ist leider nicht immer der Fall. Als Bewertungsgrundlage dienen die ermittelten Werte, sowie einige zusätzliche Parameter. Insgesamt sind das der pH-Wert, Kalkgehalt, Humusanteil, Bodenart, Bodenstruktur, Bodenfeuchte, Gründigkeit, Makro- und Mikronährstoffe sowie die Exposition

Der pH-Wert

- Erinnern wir uns: Sommer-, Winter-, Perigord-, Alba- und Burgundertrüffeln benötigen einen alkalischen Boden. Unbedingt zu berücksichtigen ist hier, dass der ideale pH-Wert Bereich je nach Trüffelart unterschiedlich ist.
- Grobe Ermittlungsergebnisse zur ersten Orientierung bei der Beprobung erzielt man als Laie schon mit einfachen Hilfsmitteln wie pH-Bodenfest (oben links), mit Mischplatte und Indikatorlösung oder Teststreifen.
- Achtung: pH-Wert ist nicht gleich pH-Wert
- Im Labor findet die pH-Wert Messung zumeist in Kaliumchlorid statt. Der so gemessene pH-Wert ist um etwa 0,3-1,0 Einheiten niedriger als der in einer Wasserlösung ermittelte pH-Wert.

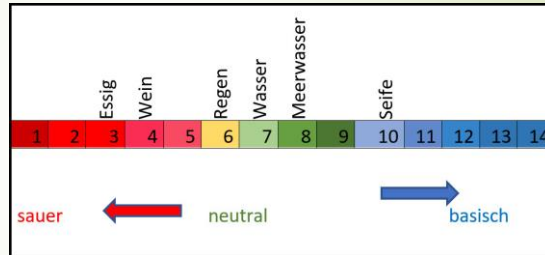


Folie 42

Wo man was erhält kann mit dem Suchbegriff „pH indicator“ bei Google ermitteln.

Physiologischer Neutralwert

- **sauer** < 5,6 pH (Torf, Sandstein, Granit, Silikatsand, Quarzit, Porphy, Gneis, Grauwacke)
- **neutral** 5,6 - 6,5 pH (Tonschiefer, Basalt, Auelehm) = physiologischer Neutralwert
- **alkalisch** > 6,5 pH (Kalkgestein, Kreide, Mergel, Dolomit, Löß, bestimmte Tone)



Folie 43

Allgemein gilt ein pH- Wert von 7,0 als neutral. Unterhalb von 7 ist es sauer und oberhalb eben alkalisch, bzw. basisch. In der Pilzkunde jedoch macht es Sinn eine andere Einteilung zu berücksichtigen, weil damit einiges zur Ökologie verständlicher wird. Der Regen kommt nicht wie reines Wasser (H_2O) mit einem pH-Wert von 7,0 zu uns, er verbindet sich in der Luft mit Kohlendioxyd, also CO_2 . Regen ist also immer leicht sauer mit einem pH-Wert von etwa 5,6 bis 6,5. - Haben wir beispielsweise Basalt oder Auelehm als Ausgangsgestein, finden wir im Oberboden zumeist einen pH-Wert von 5,6 bis etwa 6,5. Da in diesem Bereich die meisten Pflanzen bestens gedeihen, wird auch die Blumenerde im Gartencenter auf diesen physiologischen Neutralwertbereich eingestellt. Schauen Sie mal beim nächsten Besuch darauf.

Je nach Ausgangsgestein treffen wir auf unterschiedliche Böden. Haben wir Granit als Ausgangsgestein ist der Boden sauer, befindet sich stattdessen Mergel im Untergrund ist der Boden alkalisch. Geologische Karten helfen also bei der Beurteilung von Böden für den Trüffelanbau.

Zeigertiere für kalkhaltige Böden

- Ohne Einsatz von Chemie kann die Anwesenheit von Tieren einen Hinweis geben
- **Regenwürmer** halten sich nicht gerne in saurem Boden auf, ihr Vorkommen weist auf hohe pH-Werte (alkalisch) hin.
- **Gehäuseschnecken** aller Art benötigen Kalk um ihr Häuschen zu bauen und immer mehr zu vergrößern



Folie 44



Der Kalkgehalt

- Trüffelsucher lernen bereits in der ersten Ausbildungsstunde, wie man potentielle Trüffelgebiete ausfindig macht, indem man u.a. den Boden auf den Kalkgehalt (CaCO_3) prüft
- Verwendung dazu findet hauptsächlich 24% ige Salzsäure (HCl) wie man sie in Baumärkten in Literflaschen abgepackt erwerben kann
- Ein Tropfen genügt. Schon sehr geringes Aufbrausen signalisiert: Hier können Burgundertrüffeln wachsen
- Ist der Kalkgehalt (CaCO_3) einer zukünftigen Trüffelanlage nicht ausreichend, kann man den Boden durch Zugaben von Kalkschotter anpassen
- Auf diese Weise sind Trüffelpflanzungen auf ursprünglich sauren Böden mit pH-Werten um 5,5 in Chile, Neuseeland, Australien und neuerdings in Deutschland entstanden

Wirkung	Kalkgehalt	Beurteilung des Bodens
keinerlei Aufbrausen	unter 0,5%	kalkfrei
schwaches kurzes Brausen	0,5 bis 2 %	schwach kalkhaltig
deutlich kurzes Brausen	3 bis 4 %	mäßig kalkhaltig
starkes anhaltendes Brausen	5 und mehr %	stark kalkhaltig

Folie 45

Calciumcarbonat, Kalziumkarbonat oder in deutscher Trivialbezeichnung kohlensaurer Kalk, ist eine chemische Verbindung der Elemente Calcium, Kohlenstoff und Sauerstoff mit der chemischen Formel CaCO_3



Der Humusanteil

- Die verschiedenen im organischen Material der Streu- und Humusschicht gebundenen Elemente sind für den Baumpartner als Nahrung unerreichbar, hätte er nicht seine obligaten Nahrungslieferanten: Die Mykorrhizapilze
- Der organische Anteil im Oberboden (Humusanteil) läßt sich mit etwas Erfahrung durch Beurteilung der Farbe grob abschätzen
- Im Labor dagegen wird nach erneuter Homogenisierung der Mischprobe ein kleiner Teil verbrannt. Auf diese Weise wird C_{org} , also der Kohlenstoff aus organischem Material ermittelt und mit dem Faktor 1,725 der Humusanteil errechnet
- Durch Vergleich mit den IST-Daten aus unseren Untersuchungen (übernächstes Kapitel) ist feststellbar, ob die untersuchte Fläche zur Vorbereitung der Auspflanzung mit organischem Material angereichert werden sollte.

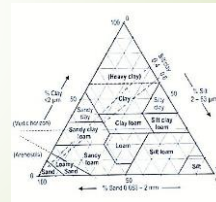
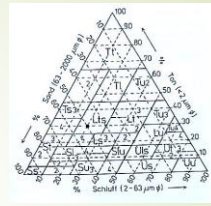
Humusabschätzung in %	lehmige, tonige Böden	sandige Böden
schwarze Farbe	10% bis 12 %	über 5%
grauschwarz	6% bis 10 %	2% bis 5 %
kastanien-, dunkelbraun	4% bis 6%	0,5 bis 2 %
hell-, strohgelb, hellgrau	unter 4 %	0,2% bis 0,5%

Folie 46

Wir erinnern uns: Pilze fressen totes, organischen Material. Bei der Beurteilung der Humusmenge im Boden nach dem Farbeindruck ist zu berücksichtigen, dass sandig-lehmige Böden bei gleichem Humusgehalt dunkler erscheinen als tonige Böden, weil im ersten Fall der Humus eine kleinere Gesamtoberfläche zu färben hat. Die von uns beprobten Trüffelstellen wiesen zumindest humose Böden auf, wobei besonders ertragreiche Trüffelstellen mit 4-8 % humusreich sind.

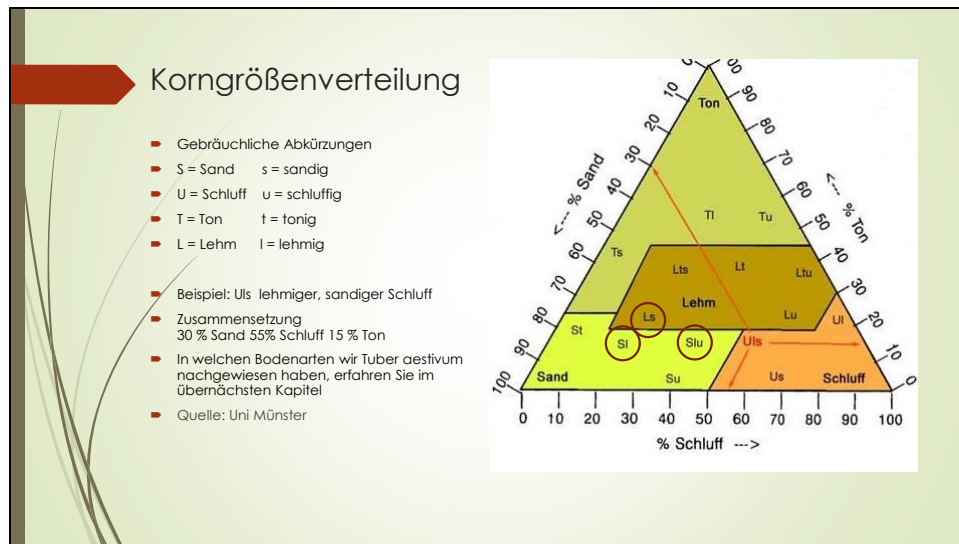
Die Bodenart

- Die Hauptbodenarten des Feinbodens (Oberboden) werden nach der Korngröße unterschieden.
- Dabei ist **Sand** (S) mit einer Korngröße von 63 µm bis 2 mm,
- Schluff** (U) von 2 bis 63 µm und
- Ton** (T) < 2 µm im Durchmesser definiert.
- Ein Gemisch dieser Hauptbodenarten mit etwa gleichen Anteilen bezeichnen wir als **Lehm**.
- Die **Korngrößenverteilung** lässt sich grafisch in einem Korngrössendreieck darstellen
- Im Bild oben nach DIN 4220
- Bild unten nach internationaler Definition FAO und World Reference Base (WRB)



Folie 47

Neben den tatsächlich vorhandenen Mineralien im Boden haben die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens Einfluss auf die Nährstoffverfügbarkeit. Die im organischen Material des Feinbodens, der Humusschicht und der sich ständig erneuernden Streuschicht gebundenen Nährstoffe sind für die Pflanze nicht verfügbar. Um diese sich durch Laubfall etc. ständig selbst erneuernden Nährstoffquellen trotzdem zu erschließen, benötigen sie die Hilfe von Pilzen. Mykorrhizapilze sind also lebensnotwendige Nahrungslieferanten in einem örtlich begrenzten kleinen Nahrungskreislauf.



Folie 48

Hier eine vereinfachte Grafik zur Korngrößenverteilung/Bodenart für den praktischen Umgang mit weiteren Erläuterungen. So steht **Sl** für lehmigen Sand, **Slu** für lehmig-schluffigen Sand und **Ls** für sandigen Lehm.

Grobschätzung der Bodenart

Um grob festzustellen, welche Bodenart sich in Ihrem Grundstück befindet, können Sie einfach versuchen, feuchte Erde in der Hand zu einer bleistiftdicken Rolle zu formen:

Gelingt das nicht, weil die Rolle vorher zerfällt, ist das ein sandiger Boden.

Ist die Rolle glatt und glänzt, wenn Sie daran reiben ist es eher ein Tonboden.

Ist die Rolle glatt und hat eine stumpfe Oberfläche, so ist das ein lehmiger Boden

Die Bodenstruktur

- Böden bestehen aus Körnern (Mineralkörner, Gesteinsbrocken usw.) mit **Wasser** und **Luft** in den Hohlräumen zwischen den Körnern.
- Korngrößen von >2mm werden bei den konventionellen Bodenproben und den Analysen im Labor nicht berücksichtigt. Sie spielen aber eine nicht unwichtige Rolle beim Trüffelanbau.
- Die Wasser- und Luftgehalte können leicht durch Änderungen der Bedingungen und des Standorts verändert werden:
- Die Böden können vollkommen trocken sein (keinen Wassergehalt haben) oder
- vollständig gesättigt sein (keinen Luftgehalt haben) oder
- teilweise gesättigt sein (mit Luft und Wasser).
- Obwohl sich die Größe und Form des festen (körnigen) Inhalts an einem bestimmten Punkt selten ändert
- Sie lässt sich mit einer Bodenprobe nicht ermitteln, wohl aber mit einer Einzelprobe zur Ermittlung der Horizonte einschätzen...

Bezeichnung der Kornfraktion		Durchmesser	Zeichen	
gerundet	eckig-kantig	mm		
Groboden	Gerölle	Steine	>63	Steine: X
	Kiese	Grus	63-2	Kiese: G
Feinboden	Sand		2 - 0,063	S
	Schluff		0,063 - 0,002	U
	Ton		< 0,002	T

Folie 49

Bodenstruktur bzw. Bodengefüge

- Die Bodenstruktur, also die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile, hatten wir mit der Mischprobe zerstört.
- Das 1. Beispiel einer Einzelprobe im Bohrstock präsentierte uns die gewachsene Bodenstruktur. Sie zeigte einen verdichteten Boden. – Schlecht für Trüffeln.
- Das Beispiel rechts dagegen zeigt uns im Bohrstock eine krümelige Struktur mit groben luftführenden Bereichen. – Gut für Trüffeln.
- Ohne jemals 1 Gramm mineralischen Dünger einzusetzen: Nährstoffmangel ist für die Trüffelpflanzen auf richtig vorbereiteten und geführten Trüffelanlagen nicht zu erwarten.
- Wichtig ist daher, den Boden vor der Bepflanzung in einen optimalen Gefügezustand zu bringen und dann zu halten.
- Da das nicht mit klaren Messgrößen erfassbar ist, müssen wir uns im nächsten Kapitel mit den Folgen von Fehlverhalten auseinander setzen.



Folie 50

Bodenverdichtung, Wechselfeuchte und Staunässe, der abrupte Wechsel im Bodengefüge ist Ursache für Wasserstau und gestörte kapillare Wassernachlieferung. Zeigerpflanzen helfen uns, solche Veränderungen wahrzunehmen. Schluffreiche Böden und Lössböden neigen zur Verschlämmung. Regen muss auch eindringen können.

Die Bodenfeuchte

- Ausgebildete Pilzfinder kennen das: Wer beispielsweise Maronenröhrlinge finden will, muss auf *sauren, frischen* Böden bei Fichten oder Kiefern suchen
- Sommer- und Burgundertrüffeln in der Natur ermittelten wir in alkalischen, **mäßig trocknen** bis **frischen** Böden
- In **feuchten** oder **nassen** Böden ließen sich keine Funde von *Tuber aestivum* nachweisen
- An den meisten Fundstellen ermittelten wir allerdings eine temporäre, zusätzliche Wasserversorgung. Mehr dazu im übernächsten Kapitel.

Zerdrücken der Bodenprobe	Formen der Bodenprobe	Befeuchten der Bodenprobe	Feuchte
staubt	bindet nicht	dunkelt stark	dürr
staubt nicht	bindet nicht	dunkelt etwas	trocken
staubt nicht	formbar (außer Sand)	dunkelt nicht	frisch
klebt	tropft etwas	dunkelt nicht	feucht
tropft	tropft	dunkelt nicht	nass

Folie 51

Völlig anders zu beurteilen und einzuordnen sind Fundstellen von *Tuber magnatum* in Auwaldbereichen bzw. Bereichen mit fließendem Grundwasser.

Folie 52



Zeigerpflanzen

- Zeigerpflanzen geben solide Hinweise auf die Beschaffenheit des Bodens. Sie sind somit eine wertvolle Hilfe bei der Standortbeurteilung.
- Damit sind kleinräumige Standortunterschiede ohne Messgeräte feststellbar. Eine Bestandsaufnahme erfolgt am besten in der Vegetationsperiode.
- Feuchte, wechselfeuchte, nasse oder/und verdichtete Böden eignen sich nicht für den Trüffelanbau.
- Dieses Rasengrundstück ist so für den Trüffelanbau nicht geeignet.
- Es wäre sehr aufwendig, die Bodenverhältnisse den Bedürfnissen der Trüffeln anzupassen. – Also Finger weg von solchen Grundstücken.

Zeigerpflanzen (Indikatorpflanzen) geben solide Hinweise auf die Beschaffenheit des Bodens. Eine Bestandsaufnahme erfolgt am besten in der Vegetationsperiode. Feuchte, wechselfeuchte, nasse oder/und verdichtete Böden eignen sich nicht für den Trüffelanbau.

Folie 53

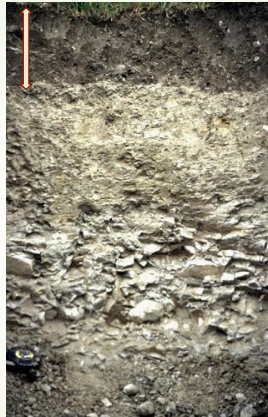


Bodenverdichtung + Staunässe

- Auf diesem Acker sind nach ergiebigen Regenfällen die untaugliche Bereiche leicht zu erkennen.
- Trüffelfeindliche Standorte zeigen an:
- **Bodenverdichtung:** Breitwegerich, Kriechender Hahnenfuß, Gemeine Quecke, Gänsefingerkraut
- **Staunässe:** Acker-Schachtelhalm, Ackermünze, Huflattich
- **Feuchte Böden:** Kohldistel, Wiesenschaumkraut Trollblume
- **Wechselfeuchte Böden:** Gänsefingerkraut, Kriechender Hahnenfuß
- **Nasser Boden:** Binsen, Schilf, Sumpfdotterblume

Die Gründigkeit

- Die meisten natürlichen Trüffelstellen in freier Natur befinden sich auf flachgründigen (15-30 cm) bis sehr flachgründigen (<15 cm) Böden
- Das liegt aber wohl mit daran, dass tiefgründigere Böden für den Ackerbau genutzt werden
- Gründigkeit, damit bezeichnen wir die Mächtigkeit des ungehindert für Pflanzen durchwurzelbaren Raumes, bzw. Tiefe des Lockermaterials über feste Bodenschichten
- Wird so ein Boden wie hier links gepflügt, zeigt er Steine und Grus, wie es im rechten Bild zu sehen ist



Folie 54

Die Gründigkeit bestimmt das Speichervolumen für Nährstoffe und Wasser. Im Bild links ist ein gewachsener ± flachgründiger Boden (-bis 30 cm) im Schnitt und rechts ein solcher flach gepflügt erkennbar. Derartige für den Trüffelanbau geeignete Böden finden wir in den Kalkgebieten häufig als Acker genutzt oder als nicht genutzte Wiese direkt den Waldbereichen vorgelagert.

Gründigkeit/Definition:

sehr flach = 0.15m flach = 0.15–0.30m mittel = 0.30–0.70m

tief = 0.70–1.20m sehr tief = 1.20–2.00m äußerst tief = > 2.00m

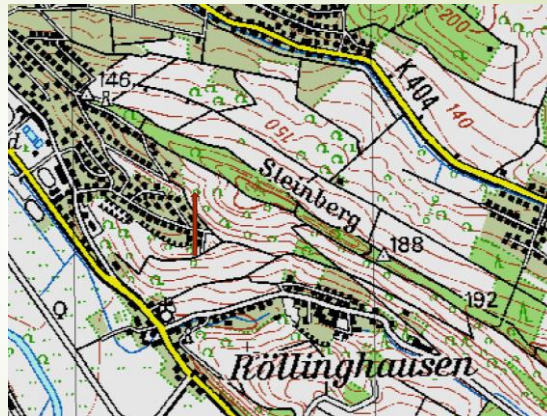
Die Makro- und Mikronährstoffe

- Bei Pflanzen sind die essentiellen Nährstoffe hinlänglich bekannt. Dazu auch einige „förderliche“ Nährstoffe...
- Achtung:** Trüffelanbauer betreiben weder Land- noch Forstwirtschaft. Trüffelproduzenten pflanzen keine Bäume oder Sträucher um ihrer selbst Willen. Pflanzen sind nur Mittel zum Zweck. Mehr nicht.
- Trüffelproduzenten betreiben Pilzwirtschaft.
- Trüffelerzeuger bauen Pilze an, mit dem dazu passenden Mykorrhizapartner. Mehr nicht.
- Das sollten wir nie aus dem Auge verlieren.
- Daher haben wir uns bei der Ermittlung von Grunddaten in Deutschland neben den bereits erwähnten, essentiellen Parametern für den Trüffelanbau auf einige wenige Makro- und Mikronährstoffe bei den Bodenproben beschränkt:
- N_{ges}, P, K, Mg, Na, B, Mn, Cu, Zn

Folie 55

Die Exposition

- Selten ist der Boden im Hügelland ganz flach und eben wie wir das in der norddeutschen Tiefebene und in den Ustramtälern der Flüsse häufiger antreffen
- Der Blick auf eine topografische Karte mit dem Studium der Höhenlinien aus unserem Fallbeispiel A zeigt die Bodenneigung und die Neigungsrichtung des Bodens.
- Diese Einflußgrößen spielen schon bei der Grundstückswahl eine Rolle, vor allem wenn wärmeliebenden Trüffeln wie *Tuber melanosporum* angebaut werden sollen.
- Leicht abfallende Grundstücke neigen nicht so schnell zur Staunässe.



Folie 56

Zusammenfassung

- Ein Bodentest ist unerlässlich, um festzustellen, wie ein Boden verbessert werden kann.
- Er liefert ein genaues Maß für die verfügbaren Nährstoffe, den pH-Wert, freien Kalk, die Bodenart und den Gehalt an organischen Stoffen.
- Die Bodenart - bildlich in einem Korngrößendreieck dargestellt - bietet eine anschauliche Vergleichsmöglichkeit zwischen den eigenen Grundstücksdaten sowie den Daten natürlicher Fundstellen
- Zeigerpflanzen weisen auf die Beschaffenheit von Bodenstruktur, Wasserspeicherfähigkeit und Bodenfeuchte hin.
- Die Labore in Deutschland sind ausgerichtet auf die Belange der Forst- bzw. Landwirtschaft. Sie beziehen sich also nicht mit ihren Empfehlungen auf Aspekte, die bekanntermaßen für die Trüffelskultur entscheidend sind.

Folie 57

Kapitel 13 Klimafaktoren – Hinweise zur Produktionssteuerung



Folie 58

Wer sich jemals mit dem Wachstum der Pilze in freier Natur intensiver auseinandergesetzt hat, kommt irgendwann dahinter, dass Niederschläge nicht gleichmäßig verteilt sind. Es gibt Regenseiten und Regenschattenseiten, Wetterscheiden und regelrechte Regenschneisen. Ein Trüffelproduzent kann sich nicht leisten, die zufällige Verteilung von Niederschlägen hinzunehmen.



Wasser:
Nahrung,
Lösungs- und
Transportmittel

- Wasser ist die wichtigste *Nahrung* für Pilze. - Darauf gehen wir später noch mehrfach ein.
- Darüber hinaus ist Wasser auch ein Lösungs- und
- zusätzlich ein Transportmittel.
- Das erfuhren wir bereits im 1. Kapitel
- Mit der richtigen Menge Wasser zur rechten Zeit steht und fällt der Erfolg der Truffière.
- Wir müssen uns daher ernsthaft Gedanken machen, ob die lokalen Niederschlagsmengen ausreichend sind und
- zur richtigen Zeit erfolgen.

Folie 59

Statistische Niederschlagsmengen

- Mit durchschnittlich 736 l/m² in Deutschland im Jahr 2016 reicht das allemal für das Trüffelwachstum hin.
- Jedenfalls auf den ersten Blick und nach den Angaben einiger Trüffelbaumanbieter
- Es geht aber nicht einfach um Trüffelwachstum, sondern um erfolgreiche Trüffلزucht.
- Ob Norden, Süden, Westen oder Osten, gravierende Unterschiede der Niederschlagsverteilung sind wie die nebenstehende Tabelle zeigt, bereits von Bundesland zu Bundesland erkennbar
- Sehen wir uns das noch genauer an

Bundesland	l/m ²
Baden-Württemberg	965
Bayern	960
Saarland	915
Rheinland-Pfalz	800
Nordrhein-Westfalen	755
Hamburg	735
Schleswig-Holstein	720
Sachsen	705
Hessen	700
Thüringen	655
Niedersachsen	645
Bremen	640
Mecklenburg-Vorpommern	515
Berlin	505
Brandenburg	505
Sachsen-Anhalt	475

Folie 60

Nicht gerade von Niederschlägen begünstigt sind Berlin, Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Das Saarland, Bayern oder etwa Baden-Württemberg können sich über fast doppelt so viel Regen erfreuen. Die genauen Werte Ihrer Region z.B. von 2016 oder anderen Jahren können Sie im Internet auf <http://www.wetterkontor.de/wetter-rueckblick/jahreswerte/deutschland?jahr=2016> einsehen.

Wetterstationen in der Umgebung

- Schaut man beim Deutschen Wetterdienst auf die erfassten Daten einiger Wetterstationen in **Niedersachsen** (Tabelle) wird deutlich, dass es zum Teil erhebliche regionale Unterschiede und damit sehr verschiedene Wachstums Voraussetzungen gibt
- Die Wetterstationen **Herzberg** und **Bad Harzburg** liegen nur 30 km auseinander. Am Südharz fallen im Jahr 2016 stramme 140 l (!) mehr als am Nordharz.
- Das sind 14 randvolle Eimer Wasser pro m² mehr
- Ungefähr dazwischen liegt der Brocken, der höchste Berg im Harz. Dort fielen im gleichen Zeitraum sogar 900 l pro m² mehr als in Bad Harzburg.
- Wie ermittelt nun der angehende Trüffelanbauer in unserem Fallbeispiel A bei Alfeld die Niederschlagswerte?

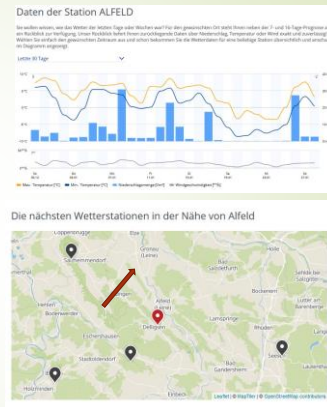


Ort	l/m ²
Alfeld	622
Alfhausen	689
Bad Harzburg	531
Bassum	322
Bremerhaven	690
Brocken	1456
Diepholz	586
Göttingen	543
Hannover	583
Helmstedt	464
Herzberg	671
Rotenburg/Wümme	636
Rothenfelde, Bad	707
Seesen	705
Soltau	673
Wittingen	580
Wolfsburg	543

Folie 61

Niederschlagsdaten der Region ermitteln

- Über www.wetter.com lassen sich vom DWD die Daten von Alföld aufrufen.
- Über den Menüpunkt „Rückblick“ sind neben den Niederschlägen auch die Daten für Temperatur und Wind für die letzten 24 Stunden, bzw. bis zu einem Jahr abrufbar.
- Unser Beispiel zeigt die Niederschlagsmengen der letzten 30 Tage (rechts oben)
- Aus der Übersicht darunter ist erkennbar, dass die abgefragte Wetterstation etwa 3 km entfernt von Alföld bei Delligsen installiert ist.
- Dazwischen liegt ein Fluss - die Leine - und zwei von NW nach SO verlaufende Höhenzüge. - Das sind Wetterscheiden
- Wieviel und mit welcher Verteilung ist nun tatsächlich der Niederschlag erfolgt?



Folie 62

Die Verteilung der Niederschläge

- Einen einfachen Regenmesser auf dem Gelände aufzustellen ist eine erste gute Idee. Es kommt aber zu Messfehlern durch Verdunstung.
- Messfehler gibt es außerdem bei ergiebigen Regenfällen über mehrere Tage, denn der Behälter läuft über. Der Abfluss und damit der Gesamtniederschlag wird gar nicht erfasst.
- Präzise und somit geeignet ist ein Regenmesser mit Kippvorrichtung im Innern. Bei jedem Kippvorgang (alle 0,3 mm/m²) erfolgt ein Funksignal an die Verwaltungseinheit.
- Temperatur, Wind- und Windrichtung werden selbst von einfachen Wetterstationen wie im Bild rechts unten mit erfasst und digital gespeichert.
- Nach komfortabler sind Geräte mit Internetanschluss. So ist es möglich, mit dem Smartphone die gespeicherten oder aktuelle Daten jederzeit abzurufen
- Die so direkt auf dem Gelände ermittelten tatsächlichen Daten bieten die Voraussetzung für eine aktive Produktionssteuerung



Folie 63

Erinnern wir uns an den Entwicklungszyklus der Trüffeln. Wenn vor oder zum Zeitraum der Primordienbildung nicht genügend Feuchtigkeit bis gegen Null im Wurzelbereich der Feinwurzeln vorhanden ist, werden einfach keine oder weniger Primordien gebildet. Weniger Primordien, weniger Trüffeln. Wenn nach erfolgter Primordienbildung die neue Wasserversorgung zu lange stagniert, sterben einige Primordien den für diese Lebenssituation programmierten Tod, um das Überleben der Geschwister zu sichern. Wenn nach etwa 3-4 Monaten in den Primordien die ersten Asci ausgebildet werden, die Wasserversorgung in dieser Phase zu lange stagniert, kommt es kaum noch zu weiterem Größenwachstum. Die Trüffeln reifen dann nur noch in der erreichten, geringen Größe heran.

Noch einmal: Regen ist die wichtigste Nahrung für Pilze. Wer erfolgreich sein will, darf das nicht der Natur überlassen. Die Zugabe von Wasser ist das wichtigste Steuerungselement für den Trüffelproduzenten. Dabei kommt es auf die mengen- und zeitmäßige Dosierung an. Wir schauen uns später einige Beispiele dazu an.

Eigene Versuche

Ich habe an verschiedenen Versuchsflächen in der Region Bad Harzburg bei wildwachsenden Trüffeln über jeweils vier Jahre durch monatlich einmalige Zugabe von gesammeltem Regenwasser in den Monaten von April bis Oktober Ertragssteigerungen von 100 bis über 200 % gegenüber

Vergleichsflächen erzielt. Unabhängig vom Witterungsverlauf belief sich die zugegebene Wassermenge (Gießkanne mit Brausekopf) auf etwa 15-20l/m² verteilt auf eine Stunde jeweils in den späten Abendstunden. Es wurden außer der gewählten Tageszeit keine Maßnahmen zur Verdunstungseinschränkung der Trüfflieren vorgenommen.

Folie 64



Nicht einfach nur Wasser Die Niederschläge

- **Erinnern wir uns:**
Wasser, genauer der Regen ist die wichtigste Nahrung für Pilze. Es ist also ratsam bei seinen Recherchen sich konkrete Grundstücke unter Berücksichtigung der Hauptwetterseite anzusehen.
- Regionale, kleinklimatische Unterschiede sind zumeist das Ergebnis der Topografie. So lassen sich Regenseiten und Regenschattenseiten ausmachen. Weitere Nachforschungen führen dazu, Regenstraßen und Wetterscheiden zu entdecken.
- Das alles geschieht fast unmerklich irgendwo zwischen den Wetterstationen des DWD. Das wird nicht erfasst, erklärt aber, das es eben manchmal bei kaum 50m auseinander liegenden Grundstücken gravierende Unterschiede in der Wasserversorgung gibt. Und die ist letztlich für den Ernteertrag entscheidend.

Folie 65



Erinnern wir uns an den Entwicklungszyklus der Trüffeln...

- Wenn direkt vor dem Start und im Zeitraum der Primordienbildung nicht genügend Feuchtigkeit bis in den tieferen Wurzelbereich der Feinwurzeln vorhanden ist, werden weniger Primordien gebildet. - Weniger Primordien, weniger Trüffeln.
- Wenn nach erfolgter Primordienbildung die weitere Wasserversorgung zu lange ausbleibt, sterben einige Primordien den für diese Lebenssituation programmierten Tod, um das Überleben der Geschwister zu sichern.
- Wenn nach etwa 3-4 Monaten in den Primordien die ersten Asci ausgebildet werden und die Wasserversorgung nicht ausreicht, kommt es kaum noch zu weiterem Größenwachstum. Die Trüffeln reifen dann nur noch in der erreichten, geringen Größe heran.

Der auszehrende Wind

- Die hier links gezeigte Plantage in Niedersachsen liegt inmitten von Feldern. Egal aus welcher Richtung der Wind bläst, sie ist stets den auszehrenden Winden ausgesetzt.
- Hier muss sich der Eigentümer einiges einfallen lassen, um die Produktion entscheidend zu verbessern.
- Diese Plantage war Prüfungsaufgabe für Trüffelanbauberater mit dem Ziel Optimierungsvorschläge für diese Anlage zu erarbeiten.
- Bei der Plantage rechts (**rote Ellipse**) auf Tasmanien fragte mich 2014 die Schwester des Eigentümers, warum Trüffeln nur im Kern der Anlage wachsen. – Ahnen Sie die Antwort?
- Bei einem erneuten Besuch in 2018 wollte Marcus wissen, warum im **blauen** Bereich keine Trüffeln kommen. Die Antwort können Sie inzwischen selbst herausfinden.



Folie 66

Die Windrichtung

- Der Wind in Mitteleuropa weht zumeist aus Westen. Aus welcher Richtung er tatsächlich und größtenteils kommt, ist gerade im Hügelland nur kleinörtlich durch Messung und Aufzeichnung der Windrichtung festzustellen.
- Spätestens bei der Pflanzplanung ist scharf darüber nachzudenken, ob und wie die dem Wind ausgesetzten Seiten der Truffiere durch geschickte Baumartenwahl und Bepflanzung zu bestücken ist.
- Weil ungeschützt ist grob geschätzt auf der Anlage von Markus $\frac{1}{4}$ der Gesamtfläche unproduktiv.
- Im anderen Teil (etwa $\frac{1}{6}$) beruht die Unproduktivität auf Bodenverdichtung und Wechselfeuchte. Tiefe Radspuren sind stumme Zeugen für Fehlverhalten.



Folie 67

Tiefe Radspuren sind stumme Zeugen für Fehlverhalten. Bei stärkeren Regenfällen wird im rechten, also östliche Bereich (blaue Ellipse) vom alten, von oberhalb (südlichen) der Plantage verlaufenden, Bachbereich nach Norden (wir sind hier auf Tasmanien!) hin und wieder kurzzeitig überflutet. Die Plantage von Marcus ist etwa 7,6 ha groß. Kein Windschutz und keine Maßnahmen zur Verhinderung der Verschlämmung (z.B. Entwässerungsgraben) machen etwa 5/12 der Anlage unproduktiv.

Die Sonneneinstrahlung

- Eine nach Süden exponierte Trüffelanlage bedeutet längere Sonnenscheineinwirkung am Tag und damit höhere Bodenerwärmung.
- Durch einen höheren Neigungswinkel wird das noch unterstützt.
- Dies begünstigt die Wachstumsgeschwindigkeit und Aktivitäten des Mycel.
- Andererseits verdunstet das Wassers schneller, als in den kühleren Bereichen.
- Die Temperatur des Bodens scheint bei *Tuber melanosporum* mit Auslöser für die Primordienbildung zu sein. Diese setzt nach Untersuchungen von Pacioni bei etwa $\geq 20^{\circ}\text{C}$ ein.
- Burgundertrüffeln mögen Standorte mit direkter Sonneneinstrahlung nicht so gern auch wenn sie das vertragen. Sie sind hauptsächlich im halb- bis vollschattigen Bereich zu finden.

Folie 68

Der Luftdruck

- Zwingend notwendig für das Leben der Trüffeln ist die Atmung. Sie benötigen wie viele andere Bodenorganismen Sauerstoff (O_2) und geben Kohlendioxyd (CO_2) ab.
- Aufgrund der unterschiedlichen Partialdrücke dieser Gase findet dann an der Bodenoberfläche ein Gasaustausch zwischen Bodenluft und Atmosphäre statt.
- Der sich ständig verändernde Luftdruck ergänzt vermutlich die Bodenatmung.
- Bei steigendem Luftdruck wird Luft aus der Atmosphäre in den Boden gedrückt.
- Bei fallendem Luftdruck entweicht die Luft aus dem Boden und nimmt das ausgeatmete Kohlendioxyd sowie das Trüffelaroma mit.
- Wir merken fallenden Luftdruck in den Ortschaften hin und wieder, wenn dadurch unangenehmer Geruch aus den Abwasserschächten entweicht.
- Sorgen Sie durch Humuseintrag für eine förderliche Bodenstruktur zur Bodenatmung

Folie 69

Wie man von anderen Pilzen (z.B. Pfifferlinge) weiß, können sich Luftverunreinigungen auf die Fruchtkörperbildung auswirken. Welchen Einfluss der aktuelle Luftdruck bei der Ernte haben kann verdeutlicht folgendes Ereignis. Auf einem Trüffelsuchkurs für Fortgeschrittene an einem recht windigen Tag zeigten die bereits erfahrenen Hunde über eine Stunde lang nichts an, obwohl wir uns in einem bekannt guten Trüffelvorkommen hin und her bewegten. Ein Teilbereich von etwa 0,5 ha wurde so zum zweiten Mal innerhalb einer Stunde begangen. Nichts. Wir blieben stehen und ließen die Hunde frei laufen. Nichts. Sie spielten nicht, sondern machten ihren Job. Und plötzlich, als wenn jemand einen Schalter umgelegt, ein Geheimkommando gegeben hätte: Alle Hunde zeigten gleichzeitig an. Der Luftdruck war plötzlich gefallen. Dann ging es Schlag auf Schlag. Und plötzlich war alles wieder vorbei. Unglaublich!

Zusammenfassung

- Nicht die Regenmenge allein ist entscheidend für das Pilzwachstum, vielmehr ist es die Niederschlagsverteilung. Und deren Intensität. Da können wir steuernd eingreifen.
- Feuchtigkeitsdieb Nr. 1 ist der auszehrende Wind. Mit geschickter Standortwahl, aber auch durch Windschutzpflanzung und Mulchung können wir Wasserverluste stark eindämmen.
- Die direkte Sonneneinwirkung führt zur ungewollten, schnelleren Verdunstung, aber auch zur gewünschten Bodenerwärmung. Burgundertrüffeln bevorzugen halbschattige bis vollschattige Bereiche. Diese lassen sich durch geeignete Pflanzmuster herstellen.
- Nicht sichtbar, aber trotzdem lebensnotwendig: die Sauerstoffaufnahme sowie die Kohlendioxidabgabe. Unterstützen können wir das durch Anpassung der Bodenart sowie Herrichtung und Erhalt der Bodenstruktur

Folie 70

Kapitel 14 – Vorbilder für Anlage und Produktionssteuerung IST-Aufnahme von 100 natürlichen Trüffelstellen

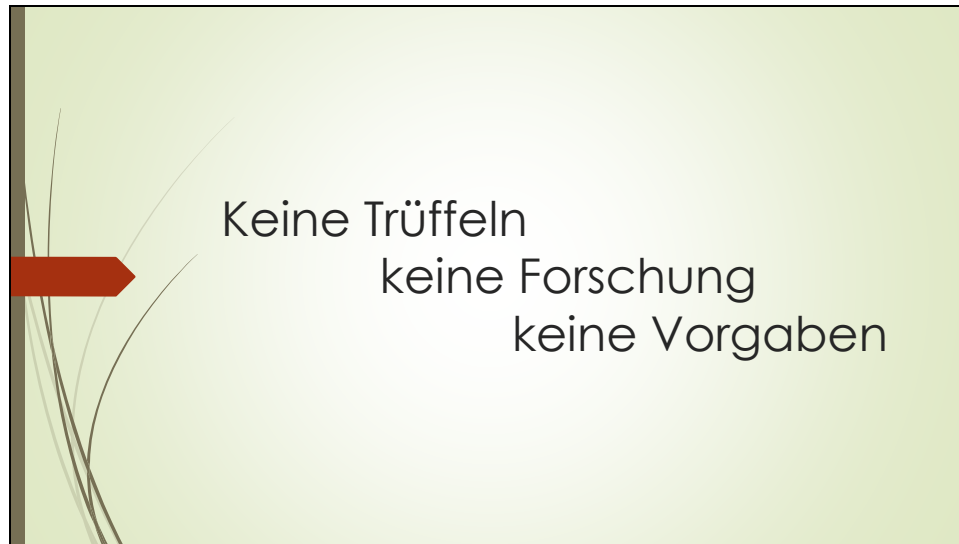
Deutschland – nur ein weißer Fleck in Europa?

IST-Daten von 100 natürlichen Trüffelstellen in Deutschland

Folie 71

Deutschland wurde als einziges Land in Europa auf dem viertägigen, internationalen Trüffeltkongress im März 2013 in Teruel in Spanien als „trüffelfrei“ dargestellt. Quasi als weißer Fleck. Aus allen anderen europäischen Ländern war ± bekannt, dass *Tuber aestivum* eine weit verbreitete Trüffelart ist. Flaggen alle Länder. Aber nicht Schwarz–Rot–Gold. Das hat

mich schon geärgert und dazu beigetragen, mich der Trüffelforschung und dem Trüffelanbau noch intensiver zuzuwenden.



Folie 72

Das hat mich als Pilzlehrer veranlasst, die Dinge selbst in die Hand zu nehmen und natürliche Trüffelstandorte von *Tuber aestivum* genau zu untersuchen. Aus den nachfolgenden Informationen können und sollen Sie eigene Schlüsse ziehen, wie und wo man seine Trüffelanlage anlegt. Nehmen Sie wieder Papier und Bleistift zur Hand, um sich spontan ein paar wichtige Notizen zu machen.

A presentation slide with a light green background. On the left, there is a decorative graphic of thin, curved lines and a solid red arrow pointing to the right. The title 'Ökologische IST-Aufnahme' is in a bold, black font. Below it is a bulleted list of six points. On the right side of the slide is a map of Germany with black dots indicating sampling locations across various states.

Ökologische IST-Aufnahme

- Aktiv unterstützt von insgesamt 21 ausgebildeten Trüffelsuchern beprobte der Autor im Frühjahr 2017 innerhalb von 8 Wochen genau 100 Trüffelstellen verteilt auf acht Bundesländer
- Die Probennahme erfolgte wie bereits beschrieben als Mischprobe diagonal bzw. über Kreuz, mittig durch die Truffiere
- Damit war sichergestellt, dass alle Proben einheitlich genommen wurden
- Im Gegensatz zu den in den Vorjahren genommenen gut 50 Bodenproben erfolgten die Analysen diesmal nur noch in einem Labor.
- 63 % der Proben fanden außerhalb von Ortschaften, 9 % am Ortsrand und 28 % innerhalb von Ortschaften statt.
- Beprobt wurden Stellen in Höhenlagen zwischen 50 m bis 550 m üNN.

Folie 73

pH-Wert und Humusanteil

- Die **pH-Wert Grafik** zeigt deutlich, dass die Burgunder- bzw. Sommertrüffel vom oberen Neutralwertbereich ab etwa pH 6,5 bis deutlich im alkalischen Bereich mit pH etwa 7,3 verbreitet ist.
- Gemessen wurde diese Werte in Calciumchlorid.
- In H₂O gemessen wären das pH-Werte von etwa 6,8 bis 8,3.
- Der **Humusanteil** lag hauptsächlich zwischen 4 und 10%
- Das entspricht Laborangaben von humusreich bis sehr humusreich.



Folie 74

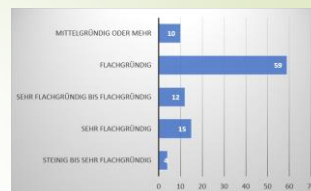
Die von uns beprobten Trüffelstellen erwiesen sich stets als humos, vorwiegend humusreich. Zusammen mit dem pH-Wert sind das die ersten zwei wichtigen Grunddaten.

In den Laborberichten – wenn nicht als C_{org} separat ermittelt – wird der Humusanteil auch nach dem Farbeindruck geschätzt. Die Bezeichnungen sind dann humos 2-4 %, humusreich 4-8% oder sehr humusreich 8-15%. Eine "anmoorige" Probe mit 18 % Humusanteil war eine sehr flachgründiger Bereich mit etwa 10 cm Tiefe. Die Fundstelle liegt auf einer Bergkuppe in einer Höhe von 400m üNN.

Ertragreichere Stellen waren Standorte mit pH-Wert etwas über 7,0. Die Perigord-Trüffel benötigt einen höheren pH-Wert-Bereich von etwa 7,3 bis um 8

Freier Kalk, Gründigkeit, Bodenprofil, Ausgangsgestein

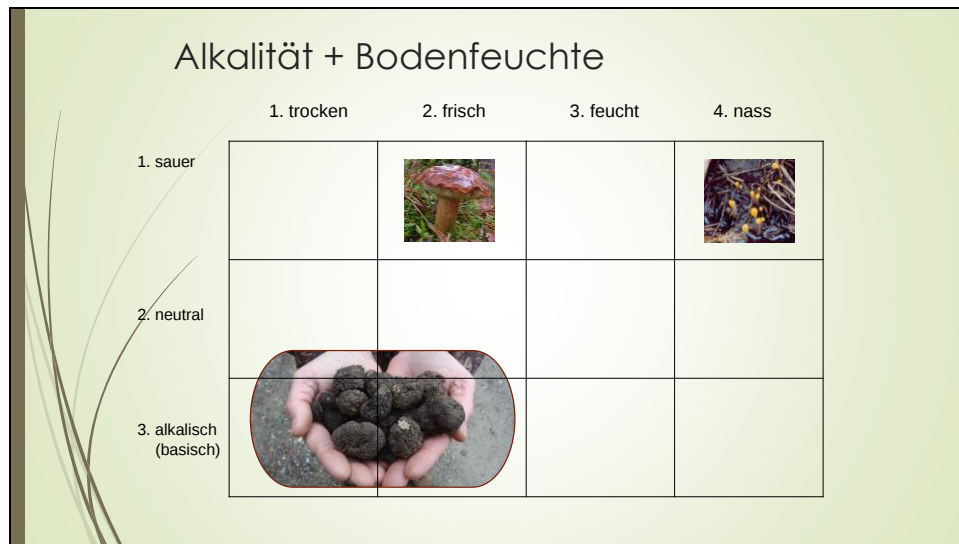
- In fast allen 100 Bodenproben war freier Kalk (CaCO₃) also Calciumcarbonat (kohlenaurer Kalk) vorhanden
- Das ist nicht verwunderlich, denn nur 10% der beprobten Stellen waren mittelgründig oder tiefgründiger.
- Das Ausgangsgestein bestand aus verschiedenen Kalksteinarten der Erdzeitalter, Kreide, Jura oder Trias, teilweise auch Löß.
- Bekannte Trüffelstellen mit anstehendem Ausgangsgestein aus dem Karbon oder Devon wie z.B. im Sauerland wurden bislang noch nicht beprobt.
- Das jeweilige Bodenprofil zur Bewertung der Bodenstruktur wurde nur teilweise ermittelt.



Alter = Millionen Jahre vor heute	System
142,00 - 65,00	Kreide**
201,50 - 142,00	Jura**
252,50 - 201,50	Trias**
296,00 - 252,50	Perm
358,00 - 296,00	Karbon*
417,00 - 358,00	Devon*

Folie 75

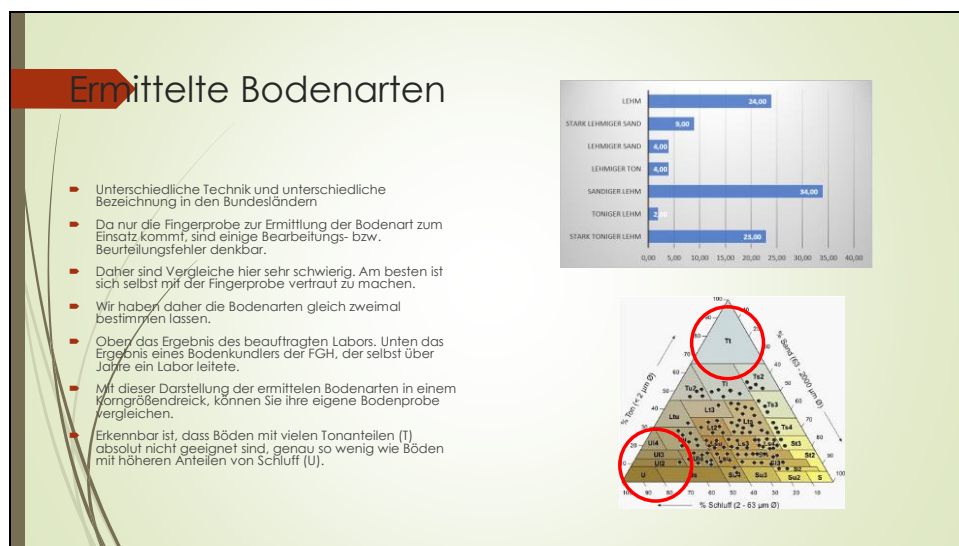
Gezielte Suche in den Kalkgebieten des Perms stehen noch aus.



Folie 76

Befassen wir uns noch einmal mit der Alkalität bzw. Acidität. Wir unterscheiden inzwischen sauer, neutral und alkalisch. Um eine Fundstelle von *Tuber aestivum* nun noch mit der Bodenfeuchte in Verbindung zu bringen, gelingt uns das sehr anschaulich mit dieser Grafik. Oben haben wir die bereits besprochenen Zuordnungen der Bodenfeuchte. – Was können wir damit anfangen? Gut ausgebildete Pilzfinder wissen, dass sie Maronenröhrlinge unter Fichten oder Kiefern bei 1.2 finden. Also sauer, frisch. Wollte man den Sumpfhaubenpilz finden, muss man bei 1.4 suchen. Unsere Sommertrüffeln finden wir hauptsächlich von 3.1 bis 3.2. Wir sehen aber auch, dass diese noch im oberen Neutralwertbereich zu finden sind.

Wenn ich das Grundstück für den Trüffelanbau nicht diesen Erfordernissen anpasse, gibt es keine Burgundertrüffeln. Das soll diese Grafik veranschaulichen.



Folie 77

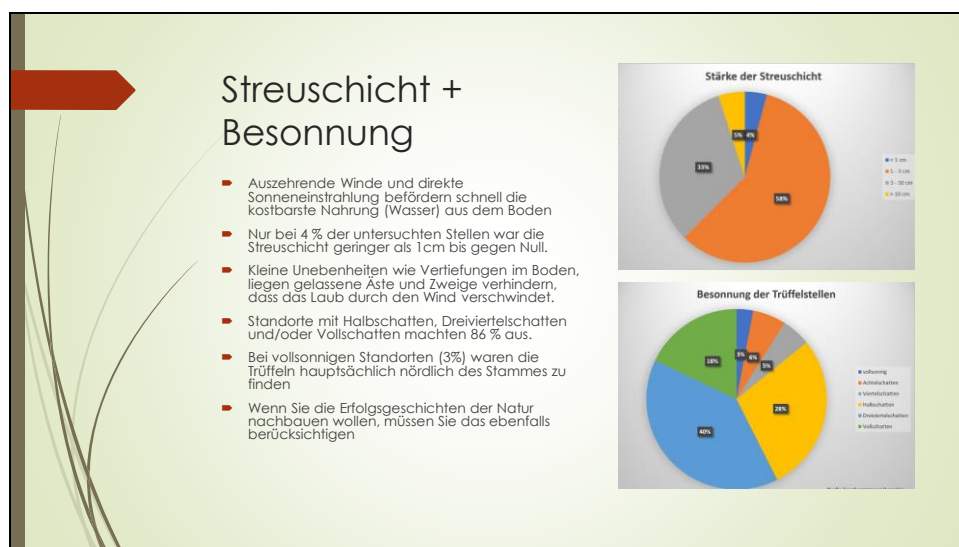
Die von uns insgesamt in Niedersachsen in Anspruch genommenen Labore bezeichneten das Ergebnis bei der Bodenartenermittlung unterschiedlich. Noch gravierender sind die Unterschiede von Bundesland zu Bundesland. Es gibt zwar in Deutschland die schon erwähnte DIN-Norm 4220, aber keiner hält sich daran.

Da dort nur die Fingerprobe zur Ermittlung der Bodenart zum Einsatz kommt, sind Bearbeitungs- bzw. Beurteilungsfehler denkbar. Daher sind Vergleiche hier sehr schwierig. Am besten ist, sich selbst mit der kurz erwähnten Fingerprobe vertraut zu machen. Wir haben daher die Bodenarten gleich zweimal bestimmen lassen. Oben das Ergebnis des beauftragten Labors. Unten das Ergebnis eines Bodenkundlers der FGH, der selbst über Jahre ein Labor leitete.

Mit dieser Darstellung der ermittelten Bodenarten in einem Korngrößendreieck, können Sie ihre eigene Bodenprobe nun selbst und direkt vergleichen.

Erkennbar ist, dass Böden mit vielen Tonanteilen (T) absolut nicht geeignet sind, genau so wenig wie Böden mit höheren Anteilen von Schluff (U).

Bodenarten: Nachweisen konnten wir wildwachsende Sommer- bzw. Burgundertrüffeln in den mittleren Bereichen von stark lehmigem Sand über sandigem Ton, Lehm, sandigem Lehm, tonigem Lehm, schluffigem Lehm, lehmigem Ton, schluffigem Ton bis hin zu sandigem Ton.

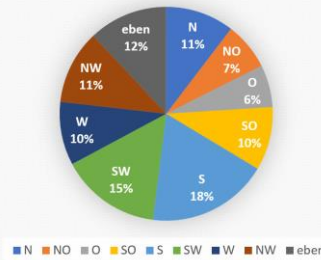


Exposition + Neigungswinkel

- Nur 12 % der untersuchten Truffieren befanden sich großräumig in $\pm$ ebenen Bereichen.
- Hierbei handelte es sich hauptsächlich um Stellen mit Auwaldcharakter
- 88 % der Trüffelfundstellen dagegen verteilten sich im Hügelland $\pm$ gleichmäßig auf alle Himmelsrichtungen mit leichter Präferenz für SW und S
- Bei der zusätzlichen Erfassung der kleinräumigen Bodenneigung gab es zu diesen Werten keine nennenswerten Abweichungen

Quelle: Forschungsgruppe Hypogäen - www.Trüffelschule.de

Exposition - Neigungsrichtung



Folie 79

Makro- und Mikronährstoffe

- Labore geben mit der Analyse eine Düngeempfehlung ab. Diese Ratschläge sind für den Trüffelanbau völlig untauglich.
- Die Ausgangswerte benötigt der Trüffelanbauer lediglich zu Vergleichszwecken in der Zukunft zur Beurteilung der natürlichen Weiterentwicklung des Bodens in den Folgejahren.
- Statt mineralischem Dünger erfolgt eine Nahrungszufuhr für die Trüffel über die Zugabe von organischem Material
- Falls Mangelerscheinungen auftreten, kann ein Blattdünger mit hohem Kalium- und Spurenelementanteil verwendet werden

Parameter	Einheit	ermittelte Werte	eigene Werte
pH-Wert (CaCl_2)		6,8 - 7,4	
Mg (Magnesium)	mg/100g	2,5 - 30	
P (Phosphor)	mg/100g	1,5 - 20	
K (Kalium)	mg/100g	4,5 - 30	
Na (Natrium)	mg/100g	0,8 - 10	
B (Bor)	mg/kg	0,15 - 2,0	
Mn (Mangan)	mg/kg	10 - 350	
Cu (Kupfer)	mg/kg	1,5 - 10	
Zn (Zink)	mg/kg	2,5 - 30	
CaCO_3 (freier Kalk)	%	0,5 - 35	
Humus	%	2,5 - 12	
C_{org} (organischer Kohlenstoff)	%	2,0 - 7,0	
Ges.-N. (Gesamtstickstoff)	%	0,12 - 0,16	
C/N - Verhältnis		7,5 - 20	
K/Mg - Verhältnis		0,5 - 4	

Folie 80

Kraut- und Strauchschicht

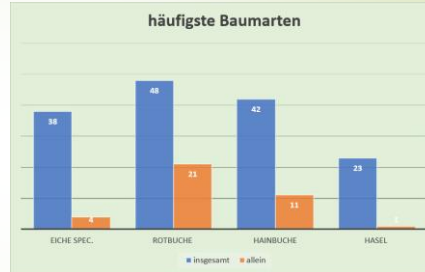
- An 59 Fundstellen befanden sich auch Jungbäumchen (wie hier rechts vor dem Waldrand) oder junge Sträucher, die der Strauchschicht zugeordnet werden. Ansonsten war die Wuchsdichte vorwiegend sehr spärlich
- Eine Krautschicht – durchweg sehr rar – war an 77 Fundstellen vorhanden.
- An 10 Fundstellen war ein üppiger Wuchs. Die beteiligten Pflanzen wurden nur teilweise bestimmt.
- 26 x waren es Gräser und 17 x Efeu, das lässt die Vermutung zu, dass möglicherweise mit diesen Pflanzen zusätzlich eine Assoziation und somit Stoffaustausch stattfindet.



Folie 81

Mykorrhizapartner

- Die Rotbuche war insgesamt an 48 Fundstellen beteiligt. Davon 21 mal als alleinige Baumart.
- Die Beteiligung von Stieleiche, Flaumeiche und Traubeneiche war insgesamt 38 mal gegeben. Nur vier mal war eine Eiche alleiniger Mykorrhizapartner.
- An 42 Trüffelfstellen war die Hainbuche beteiligt und davon 11 x alleiniger Mykorrhizapartner.
- Die Hasel wurde 23 mal angetroffen, aber nur einmal als allein verantwortlicher Baumpartner.
- 34 x wurden zwei, 13 x drei und einmal wurden vier Ecto-Mykorrhizapartner gleichzeitig an der Beprobungsstelle festgestellt.
- Innerhalb von Ortschaften ermittelten wir noch Winterlinde, Esskastanie und Baumhasel als gute Symbiosepartner.



Folie 82

Auch wenn insgesamt schon 29 Baumarten als Mykorrhizapartner von *Tuber aestivum* nachgewiesen wurden, die Feststellungen unserer Untersuchungsreihe geben wertvollste Hinweise zur Auswahl der Baumarten und Erstellung eines Pflanzplans. Nicht Exoten, wo auch mal was gefunden wurde, sondern die Baumarten, wo die Trüffel am häufigsten anzutreffen sind und zusätzlich am produktivsten sind, das macht Sinn. Lassen Sie sich von den Baumschulbetreibern nicht Fichte, Tanne, Birke, Erle oder Walnuss aufschwätzen.



100 m² Untersuchungsstelle

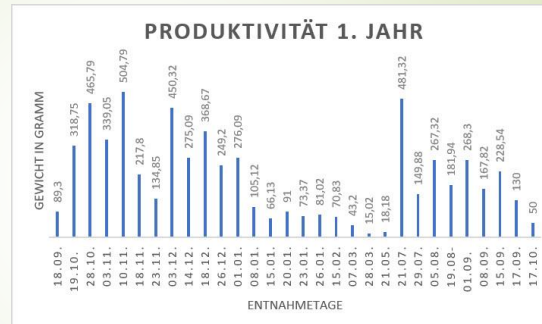
- Untersuchungsfläche: 10 x 10 m = 100 m²
- Reihenabstand: 1,6—1,8 m
- Baumabstände in der Reihe: 40-60 cm
- Baumbestand: *Q. robur*, *F. sylvatica*, *C. betulus*
- Bewässerung: nein
- Höhe über NN: 139 - 141 m üNN
- Windeinfluss/Lage: geschützt
- Neigungswinkel: ca. 2-3 °
- Exposition: West
- Strauchschicht: fehlt
- Krautschicht: fehlt
- Streuschicht: 3-5 cm (Laub, Zweige)
- Humusschicht: 1-3 cm
- Beschattung: Vollschatten
- 7,2 pH (gemessen in Calciumchlorid)
- Ausgangsgestein: Kalkstein/Mergelstein
- Gründigkeit: flachgründig bis sehr flachgründig (<15 cm)
- Humusgehalt: 5,9 %
- Bodenart: schluffiger Lehm (Lu)

Folie 83

Neben den Ergebnissen aus 100 beprobten Stellen kann diese Aufforstung als Muster für die Anlage einer Trüffelpflanzung dienen. Die Beobachtung dieser hochproduktiven Stelle starteten wir im September 2015 und steckten dazu eine Monitoringfläche von 10x10m, also 100m² ab. Die gesamte Anpflanzung hat eine Größe von 0,7 ha und wurde etwa 2002 als Ausgleichfläche angelegt.

Tuber aestivum – ein Dauerfruchter?

- **Weitere Ergebnisse:**
Bei 30 Begehungen von zwei Trüffelteams in diesem Zeitraum wurden nur die von den Hunden angezeigten Trüffeln aufgenommen und bewertet. Nicht angezeigte, mit dem Scheitel aus dem Boden ragende Trüffeln wurden zur Erneuerung der Mykorrhizen im Boden belassen.
- **Entnahmezeitraum:**
18.09.2015 bis 17.10.2016
- **Gesamtgewicht:** 6.178,69 g
- **Stückzahl:** 374
- **Durchschnittsgewicht:** 16,5 g
- **Produktivität Folgejahre:** 5,5 bis 7,5 kg/Jahr



Folie 84

Sommertrüffel und Burgundertrüffel, handelt es sich genetisch wirklich nur um eine Art oder gibt es verschiedene, regionale Rassen? Wie auch immer, *Tuber aestivum* dürfte ein Dauerfruchter sein, wie diese Produktivitätsübersicht vermuten lässt. Zumindest in dieser Truffliere wäre dann über Jahre jeweils im November und Dezember, sowie vermutlich im Februar und März die Primordienbildung erfolgt.

Zusammenfassung

- Freier Kalk war in fast allen Proben enthalten und wird in genügender Menge vom Ausgangsgestein nachgeführt.
- Geeignete Böden sind darüber hinaus durchweg humusreich,
- Eine stärkere Streuschicht mit nicht störenden Jungbäumen und krautigen Pflanzen ist förderlich für das Wachstum.
- *Tuber aestivum* wächst nur auf mäßig trockenen bis frischen Böden im
- Halb- bis Vollschatten, bevorzugt auf sehr flach bis allenfalls mittelgründigen Böden,
- nicht aber auf stark tonigen oder schluffigen Böden
- wobei die Exposition ± egal ist.
- Hainbuche, Rotbuche und Hasel, nicht selten im Verbund mit Eichen sind die häufigsten Mykorrhizapartner
- Mit den bis hier erworbenen Kenntnissen, sind Sie bestens vorbereitet, um sich nun wertvolle Anregungen von weiteren natürlichen Stellen zu holen...

Folie 85

Kapitel 15 Natürliche Trüffelstellen – Typen und Bewertung



Folie 86

Nicht Wissenschaftler, Biologen, Forstwirte oder Landwirte – natürliche Trüffelstellen in Deutschland präsentieren die Vorbilder und Tipps für Anlage und Produktionssteuerung. Schauen wir also ganz genau hin und lauschen was uns die Natur verrät...

Fundstellentypen und ihre Bewertung

- Inzwischen habe ich mehrere tausend Fundstellen von *Tuber aestivum* gesehen. Einige davon will ich Ihnen exklusiv für Studienzwecke vorstellen. Dazu wurden diese extra für Sie nach Trüffelstandorttypen geordnet...
- So sind neun Gruppen von natürlichen Vorkommen entstanden. Jeweils zwei gute Trüffelstellen von wildwachsenden Trüffeln werden aus jeder Typengruppe gezeigt und kommentiert. – Später studieren wir noch gemeinsam die besten Plantagen der Welt. Versprochen.
- Schauen und hören Sie aufmerksam zu. Lernen Sie dabei mit dem neuen Wissen aktiv umzugehen und gezielter als jemals zuvor zu beobachten. Egal was Sie sehen: Fragen Sie sich immer wieder „warum ist das so?“
- Die richtigen Schlussfolgerungen aus den eigenen Beobachtungen zu ziehen helfen Ihnen dann, Ihre eigene Anlage bestens vorzubereiten, zu installieren und erfolgreich zu betreiben. Auf geht's

Folie 87



Wegränder und Wege

- Wegen des Weges ist eine Lücke im Kronendach der Bäume. Der Regen kann ungehindert diesen Bereich erreichen
- Von den Blättern der Baumkronenränder tropft zusätzlich noch Wasser herunter - Wir sprechen da von einem Traufbereich.
- Der Zaun trägt dazu bei, dass das Laub nicht weiter fortgeweht wird.
- Vor dem Zaun hält zusätzlich eine spärliche Kraut- und Strauchschicht die Blätter zurück
- Der Zaun bildet zudem einen eigenen Traufbereich
- Des Weiteren erfolgt noch der Ablauf von der Straße in den Seitenbereich
- Auf dem unteren Bild ist der kaum befahrene Waldweg mehr zu erahnen, als zu erkennen.
- Die recht dunkle Erde an beiden Stellen spricht für einen hohen Humusanteil.
- Beide Bereiche sind weder dem Wind noch der Sonne direkt ausgesetzt.

Folie 88

Kaum Wind, wenig Sonne, der Regen erreicht den Boden unmittelbar. Dieser ist mit organischem Material gemulcht. Der Zaun und vereinzelte Pflanzen in der Krautschicht sowie liegende Zweige verhindern das Verwehen des Laubs. Temporäre Wasserzusatzversorgung durch Traufbereich der Bäume und des Zaunes und Ablauf des Weges.



Waldränder

- Auch hier hat sich eine spärliche Kraut- und Strauchschicht im Traufbereich der Altbäume entwickelt.
- Bevor die Streuschicht im Rahmen der sukzessiv erfolgenden Humusbildung in eine Abbaustufe für Ekto-Mykorrhizapilze gelangt, zerkleinern neben saprob lebenden Pilzen unzählige Helfer wie Regenwürmer dieses tote organische Material.
- So entsteht unter den mit Laub "gemulchten" Flächen auf natürliche Weise eine feinkrümelige Bodenstruktur mit bester Bodenbelüftung.
- Häufig sind an natürlichen Truffieren mehrere zur Ekto-Mykorrhiza befähigte Bäume beteiligt.
- An der Stelle im unteren Bild sind es neben Hasel noch Rot- und Hainbuche

Folie 89

Den Bodentieren kommt durch die Zerkleinerung von abgestorbenen Pflanzenresten und Tierleichen sowie durch ihre Lebensweise eine ebenso bedeutende Rolle im Boden zu, wie den anderen dort lebenden Organismen. So sorgen zum Beispiel im Boden kriechende und im Boden wühlende Tiere für die Durchmischung, Durchlüftung und Lockerung des Bodens. – So einen Boden wollen wir auf der Plantage entwickeln.

Folie 90



Mulden und Vertiefungen

- In solchen Bereichen liegt das Laub oft so dick, dass man die Trüffeln mit den Füßen erfühlen kann.
- Die Streuschicht verhindert ein schnelles Austrocknen des Bodens.
- Die größeren Mulden bieten dazu noch Schutz vor den austrocknenden Winden und eine Lücke für den Regen im Kronendach der Bäume
- Bäume senden regelrechte "Späherwurzeln" aus, um solche Bereiche zu erkunden.
- Haben sie solche Fundgruben entdeckt, gehen die Mykorrhizapilze mit.
- Über verlockende Wurzelasscheidungen des Baumes werden diese regelrecht angelockt.
- Neben Rotbuchen sind hier an beiden Standorten noch Hainbuchen eingestreut.

Diese Mulden sind die Vorlagen für künstlich angelegte "Trüffelfallen" bzw. "Trüffelnester" – auf die wir später noch zu sprechen kommen.

Von Jung an bis ins hohe Alter sind Rotbuchen und Hainbuchen gemischt jahrzehntelange Mykorrhizapartner der Trüffeln. Es gibt Bereiche mit älteren Baumbeständen wie hier, wo die Trüffeln in einer Dichte liegen, als wenn man auf einem „Kartoffelacker“ unterwegs ist.

Folie 91



Talsohlenbereiche und Terrassen

- Wir errahnen hier an diesem Knick eine bessere Nährstoffversorgung, denn das Laub hat sich da allein gesammelt
- In so einem Talsohlenknick ist eine bessere Wasserversorgung, da der Wasserabfluss vom Hang in der Waagerechten gebremst wird
- Dazu kommt noch das Wasser vom Stammablauf, der bei stärkeren Regenfällen erfolgt.
- Schon durch die Topografie ist der Bereich gegenüber einer ebenen Fläche einigermaßen windgeschützt
- In der Parkanlage oben wird zweimal im Jahr gemäht und dabei das Gras kleingehäckselt
- Im Wald erübrigt sich die Frage nach einer Pflegemaßnahme

Ein Grundstück mit starkem Gefälle lässt sich durch Terrassierung in eine gute Truffière verwandeln. Mehr an Pflegemaßnahmen wie hier im Park ist auf der Trüffelanlage auch nicht zu verrichten.

Folie 92



Waldrand mit Bauschutt

- Bauschutt bringt nicht nur Kalk in den Boden, sondern hält einiges an totem organischem Material an Ort und Stelle, was sonst vom Wind womöglich davon getragen wird.
- Bauschutt – von der Wirkung ist das fast wie ein mit Mulchmatten abgedeckter Boden.
- Er bietet vielen Tieren Lebensraum und Unterschlupf. Sie bringen ihrerseits mit Kot, Urin, Haaren und Knochen zusätzliches organisches Material, also "Pilzfutter" ein.
- Nicht selten sind das stickstoffreiche Böden, die wir an Brennnesseln und Schwarzem Holunder erkennen.

Sie müssen also den Bauschutt nicht vom Grundstück entfernen. Manchmal ist das der Grund für einen hochproduktiven Bereich. Morchelfinder wissen, dass nach dem Krieg mit Bauschutt verfüllte Bombentrichter nicht selten wahre Schatzgruben sind. Zement hat immerhin einen pH-Wert von etwa 12. Da ist dann die ganze Umgebung alkalisch. Wenn Sie die Anlage von Sue kennen lernen, werden Sie sich erinnern.

Folie 93



Parkanlagen mit Gewässern

- Hier stört auch nicht, dass an Wochenenden in den Sommermonaten scharenweise Gruppen zum Teil mit ihren Hunden herumtollen, grillen, trinken und dabei reichlich Kot und Urin hinterlassen.
- An ruhigen Tagen dagegen treffen sich hier allerlei Wasservögel. Dazu hinterlassen Kaninchen, Eichhörnchen und natürlich Hunde totes organisches Material. – Auch das ist Futter für die Pilze.
- Zur Erinnerung: Ich zeige und kommentiere hier Top-Trüffelfstellen

Parkanlagen mit bereits vorhandenen Trüffelvorkommen lassen sich möglicherweise optimieren. Dazu müsste erst eine ausführliche IST-Aufnahme an Ort und Stelle erfolgen, um eine Analyse mit Bewertung und Empfehlungen vorzunehmen. Die Deutsche Trüffelschule hat damit begonnen, interessierte und befähigte Trüffelfreunde für diese besondere Qualifikation auszubilden und zu prüfen. Siehe: www.truffelschule.de



Hänge mit Hindernissen

- Eine zeitlich zusätzliche Wasserversorgung dieser Stelle erfolgt durch den Abfluss der oberhalb des Hanges langführende Strasse.
- Liegende Hindernisse wie starke Äste oder größere Steine am Hang bieten dem organischen Material wie Laub einen Rutschschutz.
- Bei Regen perlt hier zusätzlich von den Zweigenden der umgestürzten Hasel Wasser an den Hang. Daher entstand an dieser Stelle ein regelrechtes Trüffelnest.
- Ein Stück vorher am Hang, war eine etwa 1-1,5 m² große Kalkplatte abgerutscht. Im Traufbereich dieser Steinplatte befindet sich ebenfalls ein Trüffelnest.

Folie 94

Trüffelnester (Cluster) registrieren Trüffelsucher immer wieder da, wo sich aufgrund der klein- bis kleinsträumigen Topografie organisches Material und Wasser in Vertiefungen sammelt. Mit dieser Beobachtung hat der Autor selbst immer wieder Trüffelstellen ohne Hund entdeckt.

Ein Trüffelsucher aus Viver in Spanien kam vor gut zwanzig Jahren auf die Idee, solche "Nester" auf seiner sehr steinigen Plantage künstlich zu installieren. Ich besuchte ihn in 2014. Er hob Löcher im Traufbereich aus und füllte diese mit deutscher (!) Blumenerde, vermischt mit Inokulum, aus und hatte Erfolg damit. Beim Trüffeltkongress in Teruel 2013 stellte sein Sohn diese Praxis vor und wurde deswegen von vielen "Experten" belächelt. Heute haben andere dies als Geschäftsidee umgesetzt, ihn überholt und verkaufen "Trüffelerde für Trüffelfallen" in Großpackungen von 50 bis 1500 Liter im Big Bag.

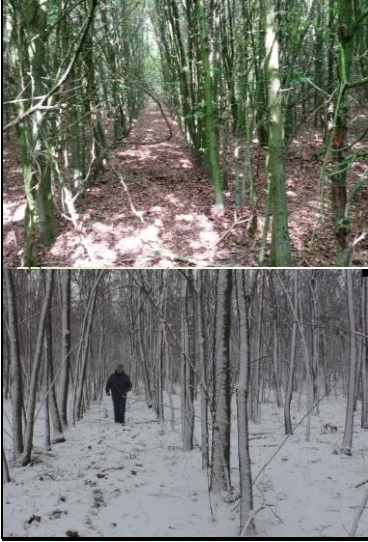


Auwaldbereiche

- Manchmal kaum zwanzig cm über dem Wasserspiegel und sehr nah am Ufer ist *Tuber aestivum* in den Uströmtälern der Ströme, Flüsse und Bäche zu finden.
- Zu erkennen sind neben Unrat jeweils 2-3 Baumarten, die als Symbiosepartner in Frage kommen.
- Neben dem Eintrag von organischem Material pflanzlichen Ursprungs erfolgt hier auch organisches Material tierischen und menschlichen Ursprungs.
- In Süd- und Südosteuropa wären das potentielle Standorte für *Tuber magnatum*. Ob diese thermophile Trüffelart in Deutschland gedeiht, probieren bereits einige Pioniere aus.
- An solchen Standorten gedeiht auch *Tuber macrosporium*.

Folie 95

Diese Auwaldreste, also Überschwemmungsbereiche mit Hainbuche und Stieleiche sind gleichzeitig auch Standorte an Nebenflüssen von Rhein, Elbe und Weser für *Tuber macrosporum*. In solchen Bereichen könnten auch Versuche mit *Tuber magnatum* gelingen.



Aufforstungen, Ausgleichflächen

- ❖ **Reihenabstand:** 1,8 bis 2m
- ❖ **Baumabstand:** in den Reihen 50 – 70 cm
- ❖ **Baumarten:** Rotbuche, Hainbuche, Stieleiche
- ❖ **Produktivität:** zwischen 5,5 und 7,5 kg/p.a. auf einer kontrollierten Fläche von 100m²

Bild unten:

- ❖ **Reihenabstand:** 2 bis 2,20m
- ❖ **Baumabstand:** 50 – 70 cm
- ❖ **Baumarten:** Stieleiche und Zerreiche
- ❖ **Ernteertrag:** 6.000 kg/Jahr auf 43 ha

Folie 96

Mehrfach traf ich sehr ähnliche Aufforstungen in Deutschland an. Niemand hat dort diese Bäume mykorrhiziert, mykorrhizierte Bäume ausgepflanzt oder nach dem Muster der Trüffelfallen nachmykorrhiziert. Wer aus irgendeinem Grund aufforsten will oder gar muss, sollte zusammen mit der Wurzelware zumindest Inoculum in die Pflanzlöcher eingeben. – Oder nach dem Vorbild der Natur genauso seine Trüffelplantage anlegen.

Zu dem Bild unten

Die Staatliche Forstgesellschaft in Ungarn ließ vor einigen Jahren einen Teil der Anlage routinemäßig durchforsten mit dem Ergebnis, dass in diesem Teil die Trüffelproduktion auf null sank und sich innerhalb von fünf Jahren noch nicht wieder erholte. Das merkte man im Portemonnaie. Die Verpflichtung zur Durchforstung wurde aufgehoben, indem dieser Bereich einen völlig neuen Status bekam: **Trüffelwald**. Damit durfte das Gebiet auch eingezäunt und zusätzlich mit Stromdrähten gesichert werden.



Zusammenfassung

- Sechs Tonnen *Tuber aestivum* erntet Istvan auf insgesamt 43 ha, das entspricht auf den Hektar umgerechnet einen Ertrag von fast 140 kg. Wohlgermerkt eine natürliche Stelle. - Die besten Plantagen schaue wir uns im nächsten Kapitel an.
- Und was hat sonst noch der Blick in die Natur gebracht?
- Der Trüffelanbauer sollte darauf achten, dass das anfallende organische Material, egal ob tierischen oder pflanzlichen Ursprung nicht durch den Wind davongetragen wird, sondern unterstützt von Zweigen und Ästen als Streuschicht liegen bleibt. - Das ist natürliches Mulchen.
- Ob Regenwürmer oder Schnecken, die Vielfalt der Lebewesen im Boden trägt maßgeblich dazu bei, eine feinkrümelige, gut durchlüftete Bodenstruktur zu erzielen und zu erhalten.
- Statt sich auf Petrus zu verlassen, sollte der Trüffelpbauer kurzzeitig, aber intensiv einmal monatlich für eine zusätzliche Wasserversorgung sorgen.

Sechs Tonnen *Tuber aestivum* erntet Istvan auf insgesamt 43 ha, das entspricht auf den Hektar umgerechnet einen Ertrag von 140 kg. Wohlgermerkt eine natürliche Stelle. - Die besten Plantagen schaue wir uns im nächsten Kapitel an.

Und was hat sonst noch der Blick in die Natur gebracht?

Der Trüffelanbauer sollte darauf achten, dass das anfallende organische Material, egal ob tierischen oder pflanzlichen Ursprung nicht durch den Wind davon getragen wird, sondern unterstützt von Zweigen und Ästen als Streuschicht liegen bleibt. - Das ist natürliches Mulchen.

Ob Regenwürmer oder Schnecken, die Vielfalt der Lebewesen im Boden trägt maßgeblich dazu bei, eine feinkrümelige, gut durchlüftete Bodenstruktur zu erzielen und zu erhalten. Statt sich auf Petrus zu verlassen, sollte der Trüffelpbauer kurzzeitig, aber intensiv einmal monatlich für eine zusätzliche Wasserversorgung sorgen.



Ende Teil II

Jetzt sind Sie bestens vorbereitet, um sich einige Trüffelpplantagen nicht einfach nur anzusehen, sondern Einzelheiten besser zu verstehen, zu bewerten und Handlungshinweise daraus für die eigene Planung abzuleiten.