

Über Trüffelvorkommen (*Tuber aestivum*) im südlichen Niederösterreich: Einfluß des Niederschlags auf die Fundmenge

ALEXANDER URBAN

Institut f. Botanik d. Universität Wien
Rennweg 14
A-1030 Wien, Österreich
e-mail: alexander.urban@univie.ac.at

ANNA MADER

Dietrichgasse 22
A-1030 Wien, Österreich

Eingelangt am 24. 9. 2003

Keywords: *Tuber aestivum*, precipitation data, climate, regression analysis. – Mycota of Lower Austria.

Abstract: The correlation of precipitation and truffle growth in an area in southern Lower Austria is analysed. The annual variation of the truffle harvest is considerable in the seasons from 1969 to 1989. Much of this variation can be explained by precipitation data, with the aid of a simple linear regression function. The distinct biennial bearing of truffles is probably caused by a combination of climatic and endogenous factors, e.g., the resource status of the mycelium. From the end of the eighties of the 20th century, a dramatic decrease of productive truffle mycelia has been recorded. This decrease can not be explained by a model which relies on precipitation data only.

Zusammenfassung: Der Einfluß von Niederschlagswerten auf das Wachstum der Sommertrüffel (*Tuber aestivum*) in einem Trüffelfundgebiet im südlichen Niederösterreich wird analysiert. Im Zeitraum zwischen 1969 und 1989 ist die jährliche Variation der Trüffelfundmenge beträchtlich. Ein erheblicher Teil dieser Variation kann auf Basis von Niederschlagsdaten durch eine einfache lineare Regressionsfunktion erklärt werden. Die beobachtete Alternanz der Trüffelproduktion wird wahrscheinlich durch eine Kombination aus klimatischen und endogenen Faktoren (Energiereserven der Myzelien) bestimmt. Ab Ende der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts ist ein dramatischer Rückgang der Trüffelfunde zu verzeichnen, der sich nicht durch ein nur auf Niederschlagswerten beruhendes Modell erklären läßt.

Das Jahr 2003 hat auf eindrucksvolle Weise an die Abhängigkeit des Pilzwachstums von ausreichender Feuchte erinnert. Die durch dürrebedingte Unergiebigkeit von Feldarbeit freigewordene Arbeitskapazität wurde unter anderem für die Fertigstellung dieser Arbeit über den Zusammenhang von Niederschlagswerten und Trüffelpilzwachstum genutzt.

Der große Schwarzföhrenwald zwischen Wiener Neustadt und Neunkirchen war im 20. Jahrhundert ein ergiebiges Trüffelsammelgebiet. Nur wenige Sammler waren in die Suche nach der Sommertrüffel (*Tuber aestivum* VITT.), der begehrtesten heimischen Trüffelart, eingeweiht. Die Trüffelsuche in dieser Region war bereits von LOHWAG (1932) beschrieben worden, der auch auf die charakteristischen Veränderungen der Vegetation (schütterere Vegetation, Ausfall der meisten Pflanzenarten mit Ausnahme einiger Zeigerarten, in Frankreich als *brulé* und in Italien als *pianello* bezeichnet) im Bereich der natürlichen Trüffelpplätze hinwies.

Anhand von Aufzeichnungen über die Trüffelfunde in diesem Gebiet geht diese Arbeit der Frage nach, ob sich die Veränderungen der Erträge aus der Trüffelsuche durch die klimatischen Faktoren, im besonderen die Niederschlagswerte, erklären lassen. Diese Frage ist aufgrund zweier Entwicklungen von besonderer Bedeutung:

In den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts haben Trüffelsammler einen dramatischen Rückgang der natürlichen Trüffelproduktion in diesem Gebiet festgestellt. Viele ehemalige Trüffelpplätze verödeten gänzlich, wie am Überhandnehmen der grasartigen Vegetation erkennbar ist. Der Rückgang des Trüffelwachstums war kein isoliertes Ereignis. Auch viele andere Arten hypogäischer Pilze sind wahrscheinlich noch seltener geworden.

Infolge experimenteller Forschung ist es heute möglich, Bäume kontrolliert mit Trüffelarten, darunter auch die Sommertrüffel, zu mykorrhizieren. Damit eröffnet sich die Möglichkeit der gezielten Trüffelkultur. In diesem Zusammenhang ist es von großer Bedeutung, die für das Trüffelwachstum optimalen klimatischen Verhältnisse zu kennen, und es wäre auch sehr wichtig, die Gründe für den Niedergang des Trüffelwachstums in dieser Region zu erforschen.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet zwischen Neunkirchen und Wiener Neustadt wird zum größten Teil vom südlichen Steinfeld eingenommen. Dabei handelt es sich um einen riesigen, von den Bächen des Ostrandes der nördlichen Kalkalpen stammenden, alluvialen Schotterkörper, der die südlichste Spitze des Wiener Beckens einnimmt. Vor allem im östlichen Teil des Steinfeldes besteht der Schotter vorwiegend aus Kalkgestein, der Bodentyp wird als Rendzina bezeichnet, ein für viele Trüffelarten klassischer Bodentyp. Der Großteil des Gebietes ist seit Jahrhunderten als Schwarzföhrenforst genutzt.

KURT und ANNA MADER beherrschten die Suchtechnik, die es erlaubt, anhand von Vegetationsbild, Tierspuren und ähnlichen Zeichen die in diesem Gebiet wachsenden hypogäischen Pilze aufzuspüren. Von Ende der 60er Jahre bis Mitte der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts suchten sie regelmäßig die Trüffelpplätze auf und führten Aufzeichnungen über die Funde.

Die Niederschlagsdaten (Monatswerte) stammen von Neunkirchen, der dem Fundgebiet nächstgelegenen Wetterstation. Die Niederschlagsdaten wurden in folgender Weise mit den Trüffelfunden in Beziehung gesetzt:

Die Beobachtungsjahre 1969-1990 wurden nach dem Trüffelertrag in drei Gruppen geteilt, anschließend wurden die monatlichen Niederschlagsmittelwerte ermittelt.

Niederschlags-Schwellenwerte für eine gute Trüffelproduktion wurden mit Hilfe von Streudiagrammen abgeschätzt.

Der Zusammenhang zwischen der Trüffelproduktion und den Niederschlagswerten sowie der vorhergehenden Trüffelernte wurde durch die Berechnung von Korrelationen und Regressionsfunktionen analysiert. Die statistische Datenverarbeitung (lineare Regression) wurde mit dem Statistik-Programmpaket SPSS 10.0 unter Verwendung der Standardeinstellungen durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Der Vergleich der Monatsniederschlagsmittel von schwachen, mittleren und guten Trüffelfahren zeigt in den schwachen Jahren (Ertrag < 2 kg) deutlich niedrigere Niederschläge in den Monaten Juli und August (Abb. 1). Die höheren Herbstniederschläge können die Auswirkungen der Sommertrockenheit nicht mehr kompensieren, aber sie tragen zur Bodenfeuchte im Winterhalbjahr bei und schaffen damit bessere Voraussetzungen für die jeweils kommenden Jahre. Die schwachen Jahre sind auch durch im Mittel deutlich verminderte Niederschlagswerte in den Monaten Dezember bis März gekennzeichnet. In den guten Jahren liegen die Niederschlagsmittelwerte von Mai bis

August über 80 mm. Auch im Winterhalbjahr vor guten Trüffeljahren sind die Niederschläge in Summe höher als in den Vergleichsjahren. Ein kleines Niederschlagsmaximum im Monat Jänner könnte die Ausbildung einer geschlossenen Schneedecke begünstigen, die als Frostschutz und Feuchtigkeitsspeicher wirkt.

Abbildung 2 faßt die Niederschlagssummen schwacher, mittlerer und guter Trüffeljahre für ausgewählte Zeiträume zusammen. Im Winterhalbjahr, Frühjahr und Sommer sind in guten Trüffeljahren im Mittel höhere Niederschläge zu verzeichnen. Es fällt auf, daß auf Jahre mit geringen Trüffelfunden häufig solche mit guten Trüffelfunden folgen und umgekehrt. Wir nehmen an, daß diese Alternanz zum Teil durch die Abfolge feuchter und trockener Jahre, zum Teil aber auch durch die Erschöpfung der Energiereserven der Myzelien nach Jahren mit besonders guter Fruktifikation bedingt ist.

Es ist von großem Interesse, die Schwellenwerte der Monatsniederschläge zu kennen, jenseits derer das Wachstum beeinträchtigt wird. In Anwendung auf die Trüffelpilzkultur erlaubt die Kenntnis dieser Schwellenwerte, der Dürre durch wohldosierte Bewässerung vorzubeugen. Um derartige Schwellenwerte abschätzen zu können, wurden die Zusammenhänge zwischen den Niederschlägen in bestimmten Zeitperioden und den Trüffelfunden graphisch in Form von Streudiagrammen dargestellt. Die Aussagekraft dieser Darstellungsform ist von der Periodenwahl abhängig. Beispielsweise läßt sich kein klarer Zusammenhang zwischen Aprilniederschlag und Trüffelertrag erkennen (Fig. 3 a). Sehr gute Erträge sind sowohl in Jahren mit extrem niedrigen als auch mit extrem hohen Aprilniederschlägen möglich. Bei Betrachtung der Niederschläge in den Monaten Oktober bis April (Fig. 3 b) hingegen zeigt sich, daß das Potenzial eines Jahres sehr weitgehend durch die Winterfeuchte bestimmt wird, es findet sich ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen der Niederschlagssumme und den Ertragsmaxima. In vielen Jahren können diese Maxima jedoch nicht erreicht werden, was nicht überrascht, da ja noch weitere Faktoren den Ertrag beeinflussen.

Durch die Analyse des gesamten Jahresverlaufs lassen sich folgende Abschätzungen treffen:

Oktober bis Dezember: Minimum 60 mm, Optimum ab 80 mm (gilt für die folgende Saison).

Jänner bis März: Minimum 60 mm, Optimum ab 80 mm.

Oktober bis März: Minimum 150 mm, Optimum ab 175 mm.

Oktober bis April: Minimum 190 mm, Optimum ab 200 mm. Die Niederschläge im Winterhalbjahr bestimmen das Potenzial der folgenden Saison.

April: kein eindeutiger Zusammenhang, gute Entwicklung zwischen 4 mm und >100 mm.

Mai: Minimum 40 mm, Optimum 50 mm bis >100 mm.

Juni: Minimum 40 mm, Optimum 40 mm bis >100 mm.

Mai bis Juni: Minimum 120 mm, Optimum 120 mm bis ca. 200 mm.

April bis Juni: Minimum 150 mm, Optimum 175 mm bis 300 mm.

Juli: Minimum 40 mm, Optimum 45 mm bis >100 mm; relativ selten unterschritten.

August: Minimum 50 mm, Optimum 75 mm bis 130 mm; In vielen Jahren sind die August-Niederschläge limitierend (Ausnahme: 1972, als bei einer Rekordtrüffelproduktion auf einen extrem regenreichen Juli ein trockener August folgte).

Juli bis August: Minimum 100 mm, Optimum 150-250 mm.

Juni bis August: Minimum ca. 170 mm, Optimum ab 180 mm.

September: kein eindeutiger Zusammenhang, gute Erträge zwischen 20 mm und 100 mm möglich.

Oktober bis Dezember: kein eindeutiger Zusammenhang mit den Erträgen des laufenden Jahres, Auswirkungen vor allem für das folgende Jahr.

Es liegt auf der Hand, daß diese Daten auf die lokalen Bedingungen, besonders die Bodenverhältnisse, bezogen werden müssen. Das Wasserspeichungsvermögen des Bodens ist ausschlaggebend für die Trockenheitsdauer, die ohne Schädigung überstanden werden kann. Andererseits kann in wasserstauenden Böden bei starken Niederschlägen Sauerstoffmangel auftreten. BEAUCAMP (2001) gelangt in einer Studie über drei natürliche Standorte von *Tuber aestivum* f. *uncinatum* (CHATIN) MONTECCHI & BORELLI (die spätreifende Form der Sommertrüffel) in der Bourgogne zu folgenden Schlußfolgerungen:

April: Optimum 20 bis 50 mm, über 60 mm Schädigung der Primordien, zumindest in jenen Böden, die keine ausreichende Drainage gewährleisten.

Mai: Optimum 60 bis 80 mm, über 100 mm kann das Trüffelpwachstum geschädigt werden.

Juni: Optimum 60 bis 80 mm.

Juli: Optimum 50 bis 100 mm.

August: Optimum 60 bis 80 mm.

September: Optimum 40 bis 60 mm.

Eine länger als drei Wochen dauernde Trockenperiode in den Monaten Mai bis September wirkt sich sehr negativ auf den Ertrag aus.

Die generell etwas höheren Schwellenwerte erklären sich vermutlich durch die relativ hohe Jahresmitteltemperatur (10,8 °C) in dieser Region im Vergleich zu Neunkirchen (9,12 °C von 1980 bis 1990). Überraschenderweise konnten wir in unserem Untersuchungsgebiet im Gegensatz zu den Ergebnissen von BEAUCAMP (2001) keinen negativen Einfluß außergewöhnlich hoher Niederschlagswerte feststellen, weder im April noch im Mai. Das Rekordjahr 1972 zeichnete sich durch extrem hohe Niederschläge im Monat April aus. Offensichtlich sind die Böden des Steinfeldes so wasserzünftig, daß eine Schädigung durch Staunässe ausgeschlossen ist.

CHEVALIER & FROCHOT (1997) schließen aus dem Vergleich von Klimadiagrammen ausgewählter Jahre aus der Region von Tonnerre (Yonne) auf die Feuchtigkeitsansprüche von *Tuber aestivum* f. *uncinatum*. Das sehr gute Jahr 1977 zeichnete sich durch einen Gesamtjahresniederschlag von 873 mm und hohe Niederschlagswerte im Februar und in den Monaten Juli und August aus. Im Jahr 1986 konnte bei einem Gesamtjahresniederschlag von 844 mm und nach einer Trockenperiode in den Monaten Juni und Juli nur ein mittelmäßiger Ertrag erzielt werden. Im Jahr 1985 folgte bei einem Gesamtjahresniederschlag von 561 mm nach reichlichen Niederschlägen im Frühjahr eine von Juli bis Oktober währende Trockenperiode, die Trüffelernte war minimal. Trockene Sommer wirken sich auch auf die spätreifende Burgundertrüffel sehr negativ aus. Dieser Umstand wird nur zum Teil dadurch kompensiert, daß sich bei fehlendem Frost der Reifezeitraum in den Winter verschieben kann. Dieses Phänomen wurde übrigens auch im Föhrenwald beobachtet, wo sich in manchen Jahren einzelne, manchmal sehr groß werdende Trüffel unter einer schützenden Schneedecke entwickelt haben.

Es wurde getestet, inwieweit sich die Kenntnis der Niederschlagswerte eines Jahres zur Vorhersage der Trüffelproduktion nutzen läßt. Als Datenbasis für die Regressionsanalyse wurde der Zeitraum 1969 bis 1989 gewählt, da die Trüffelfunde in diesem Zeitraum in einer vergleichbaren Größenordnung lagen. Bei der Berechnung der Regressionsfunktion wurde der Einfluß der Periodenwahl sowie des Ausschlusses von Variablen getestet. Es zeigte sich, daß unter Einbeziehung von nur drei Einflußgrößen (Niederschlagswerte von: 1. Oktober-April; 2. Mai-Juni; 3. Juli-August) eine relativ gute Simulation der zu erwartenden Funde erzielt werden konnte. Die Regressionsfunktion lautet:

Erwartete Fundmenge in kg = $-6,229 + 0,02183 \times (\text{Niederschlag Oktober-April in mm}) + 0,01135 \times (\text{Niederschlag Mai-Juni in mm}) + 0,02737 \times (\text{Niederschlag Juli-August in mm})$.

Die Korrelationen der Niederschläge von Oktober-April und von Juli-August mit den Trüffelfunden sind hochsignifikant ($p < 0,01$; Korrelation nach PEARSON, Signifikanz einseitig).

Abbildung 4 zeigt den Zusammenhang zwischen geschätzten und verzeichneten Funden als Streudiagramm. Um die Robustheit der Funktion gegenüber dem Einfluß von Extremwerten zu testen, wurde in folgender Weise eine Serie von Regressionsmodellen berechnet: Ein Fall (Jahr) wurde bei der Erstellung der Regressionsfunktion ausgeschlossen. Anschließend wurde die Regressionsfunktion auf diesen Testfall angewendet und das vorhergesagte Ergebnis notiert. Dieses Verfahren wurde auf alle Fälle angewandt. Durch die Trennung von Testfällen und Daten für die Berechnung der Regressionsfunktion konnte die der Methode der Regression innewohnende Zirkularität umgangen werden. Es zeigte sich, daß die unter Ausschluß der jeweiligen Testfälle (Jahre) berechneten Funktionen die Trüffelfunde nur wenig schlechter vorhersagen als jene Funktion, der alle Jahre von 1969 bis 1989 zugrunde liegen (Abb. 5). Nur 1975 wurde der Ertrag bei Fallausschluß wesentlich stärker überschätzt.

Die hochsignifikante Korrelation der Herbst- und Winterniederschläge mit den zu erwartenden Funden der folgenden Saison war für uns ein relativ überraschendes Ergebnis, da von den französischen Autoren vor allem die Bedeutung ausreichender und günstig verteilter Sommerniederschläge hervorgehoben wird (CHEVALIER & FROCHOT 1997, BEAUCAMP 2001). Es ist wahrscheinlich, daß unter westeuropäischen Klimabedingungen die Winterniederschläge selten limitierend sind. Die Bedeutung der Winterniederschläge stimmt jedenfalls sehr gut mit dem Modell einer langsamen, mehrmonatigen Entwicklung der Trüffeln überein (CHEVALIER & FROCHOT 1997).

Generell läßt sich sagen, daß die Regressionsfunktionen den Trend der Trüffelfunde im Zeitraum bis 1983 relativ gut nachzeichnen, auch wenn die absolute Größe der Funde oft über- oder unterschätzt wird. Ab 1984 stimmt diese Aussage nicht mehr. Es werden relativ konstante Funde von um die 5 kg vorhergesagt, während die tatsächlichen Funde zunächst stark alternieren um gegen die 90er Jahre hin immer mehr zurückzugehen. Es hat den Anschein, daß ab Mitte der 80er Jahre ein weiterer, noch unbekannter Faktor zunehmend an Einfluß gewinnt. Es wäre natürlich sehr wichtig, diesen Faktor zu identifizieren, und zu klären, ob er auch für den Rückgang der Sommertrüffel in den 90er Jahren verantwortlich ist.

Läßt sich der Niedergang der Trüffelvorkommen im Steinfeld durch die Niederschlagsveränderungen erklären? Um sich dieser Frage zu nähern, ist es zweckmäßig, die Entwicklung der Niederschlagswerte in Neunkirchen über einen größeren Zeitraum

zu verfolgen. Von den 20er Jahren bis zu den 50er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts hat der über das Jahrzehnt gemittelte Jahresniederschlag in einer relativ engen Bandbreite zwischen 647 mm und 700 mm gependelt (Abb. 6). In der Dekade von 1961 bis 1970 sank der mittlere Jahresniederschlag dann auf 606 mm, um zwischen 1971 und 1980 ein Minimum von 539 mm zu erreichen. In den 80er Jahren sind die Durchschnittswerte wieder etwas gestiegen und sie haben zwischen 1991 und 2000 wieder ein Niveau von 647 mm erreicht. Die fünf trockensten Jahre des Zeitraums 1921-2000 waren zwischen 1968 und 1983 zu verzeichnen, das trockenste Jahr war 1978 mit 385 mm Niederschlag. In den trockenen Dekaden folgte auf ein sehr trockenes Jahr oft wieder ein außergewöhnlich feuchtes, in dem dann Rekordfunde gemacht werden konnten. So wurden mit 14 kg 1972 (722 mm) die besten Funde gemacht, nachdem es 1971, dem viertrockensten Jahr des Beobachtungszeitraumes nur 458 mm geregnet hatte. Mit 9 kg waren 1984 bei relativ bescheidenen 563 mm Niederschlag die zweitbesten Funde zu verzeichnen, nachdem 1983, im dritttrockensten Jahr des Beobachtungszeitraumes (433 mm), nur 1 kg gefunden worden war. Aus diesen Beobachtungen läßt sich schließen, daß der Wechsel zwischen feuchten und trockenen Jahren die vielleicht auch konstitutionell bedingte Alternanz in der Fruchtkörperbildung stark verstärkt, daß die Trüffelmylezien gegen Trockenschäden aber relativ resistent sein dürften.

Der drastischste Rückgang der Trüffelfunde fiel in die 90er Jahre, als die Niederschlagswerte im Mittel wieder etwas zunahmen. Liegt die Ursache in einer geänderten Niederschlagsverteilung? Der Vergleich der durchschnittlichen Niederschlagskurven für den Zeitraum 1921-1960 und die darauf folgenden Dekaden unterstützt diese Vermutung nicht (Abb. 7): Zwischen 1971 und 1980 sind im Mittel stark abnehmende August-Niederschläge zu beobachten, zwischen 1981 und 1990 sind die Niederschläge im Juni und Juli vermindert, während die August-Niederschläge im Mittel wieder stark zunehmen. Zwischen 1991 und 2000 sind die Monatsmittel über die Sommermonate im Durchschnitt fast optimal, die Kurve deckt sich fast mit jener des Zeitraumes 1921-1960. Auch bei individueller Betrachtung der Jahre zwischen 1991 und 2000 zeigt es sich, daß die Monatsschwellenwerte für Dürreschäden nicht häufiger unterschritten werden, als in den Jahren zuvor. Es gibt allerdings eine Jahreszeit in der die Niederschlagskurve der letzten Dekade extreme Minima aufweist, und zwar im Hochwinter, in den Monaten Jänner und Februar. Es ist naheliegend, daß der Niederschlagsmangel im Hochwinter, in Kombination mit den zuletzt häufigen winterlichen Warmlufteinbrüchen, das Entstehen einer schützenden Schneedecke verhindert. Die Abnahme der Schneebedeckung entspricht auch der Erfahrung der Trüffelsammler dieses Gebiets.

Auch die auf Basis der Trüffelfunde und Klimadaten des Zeitraumes 1969 bis 1989 berechnete Regressionsfunktion schließt die Niederschlagsentwicklung als Hauptursache für den Rückgang der Trüffelfunde im Steinfeld aus (Abb. 8, 9). Nach einem Minimum des Trüffelpotenzials in den 70er Jahren mit einem absoluten Tiefpunkt 1978 sollte das Potenzial in den 90er Jahren sogar wieder zunehmen – das Gegenteil war der Fall, wie Abb. 10 zeigt. Auch wenn es möglich ist, viele Kritikpunkte an diesen Berechnungen ins Treffen zu führen – die Niederschlagswerte stammen nicht exakt vom Fundgebiet, das Fundgebiet selbst ist auch nicht so homogen, wie es auf den ersten Blick scheint, der Erfolg der Trüffelsuche ist natürlich auch von Zufallsfaktoren abhängig, die Suchintensität mag nicht in allen Jahren gleich gewesen sein,

und mit dem Abnehmen des Finderglückes auch zunehmend zurückgegangen sein – so sind die wesentlichen Schlußfolgerungen doch gut abgesichert:

1) In den Fundgebieten zwischen Wiener Neustadt und Neunkirchen bestimmten die Niederschläge des Winterhalbjahres in Kombination mit den Juli- und Augustniederschlägen das Wachstumspotential der Sommertrüffel.

2) Der Rückgang des Trüffelwachstums seit den späten 80er Jahren läßt sich nicht alleine durch die Niederschlagsentwicklung erklären.

Die Niederschlagsdaten wurden freundlicherweise vom hydrologischen Dienst Niederösterreich zur Verfügung gestellt. Teile dieser Analyse wurden im Rahmen des vom FFF geförderten Projektes „In-vitro Mykorrhizierung von geklonten Laubgehölzen“ (Projektnehmer VitroPlant) erstellt.

Literatur

- BEAUCAMP, B., 2001: Étude des correlations entre la production de truffes (*Tuber uncinatum* CHATIN) et les précipitations dans trois truffières naturelles de Bourgogne. – Actes du V^e Congrès International: Science et Culture de la Truffe, 4 au 6 mars 1999, Aix-en-Provence: 188-190. Paris: Federation Francaise des Trufficulteurs.
- CHEVALIER, G., FROCHOT, H., 1997: La Truffe de Bourgogne. – Levallois Perret: Éditions Pétrarque.
- LOHWAG, H., 1932: Über Trüffelvorkommen. – Verh. zool.-bot. Gesell. **87**: 117-123.

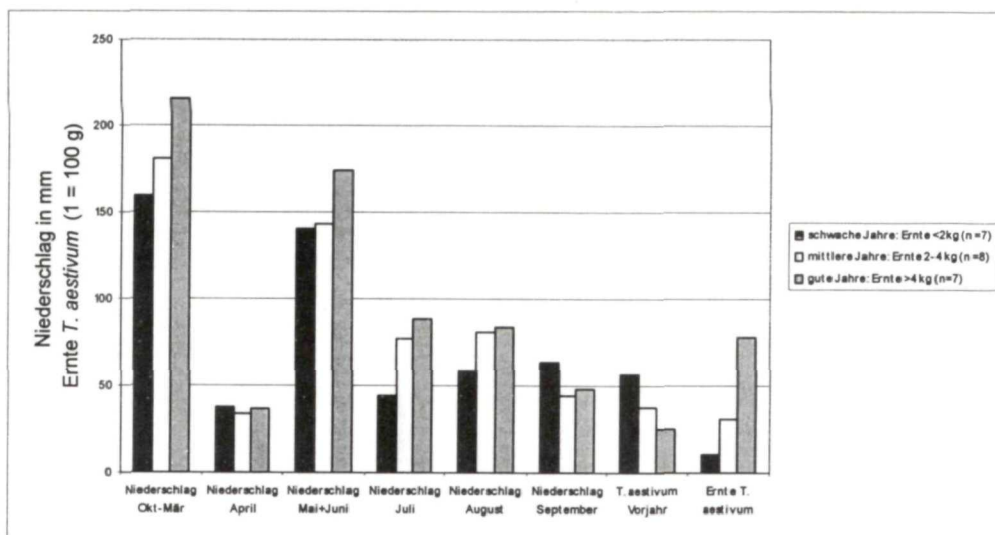
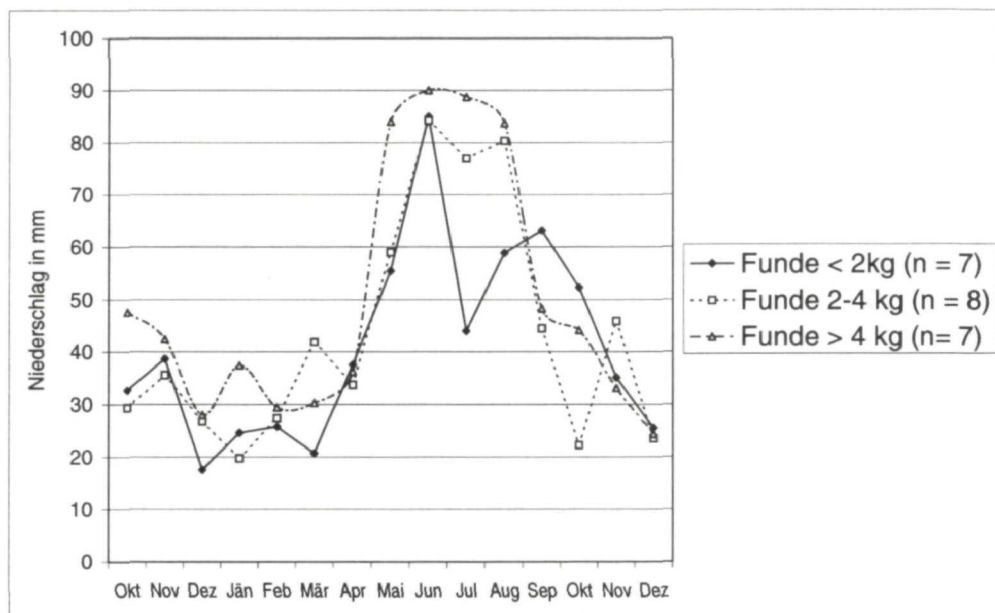


Abb. 1. Monatsniederschlagsmittel von schwachen, mittleren und guten Trüffeljahren. Abb. 2. Mittelwerte der Niederschläge in ausgewählten Zeiträumen sowie der Vorjahresfunde von *Tuber aestivum* bezogen auf schwache, mittlere und gute Trüffeljahre.

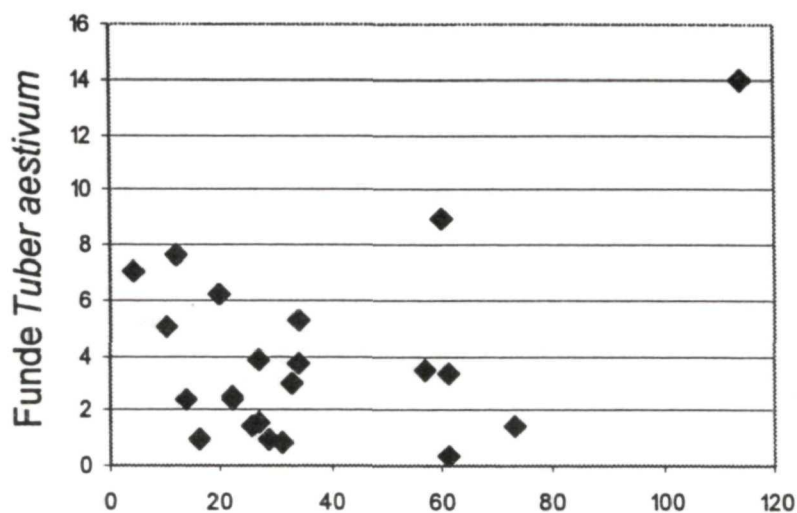


Abb. 3a. Niederschlag April

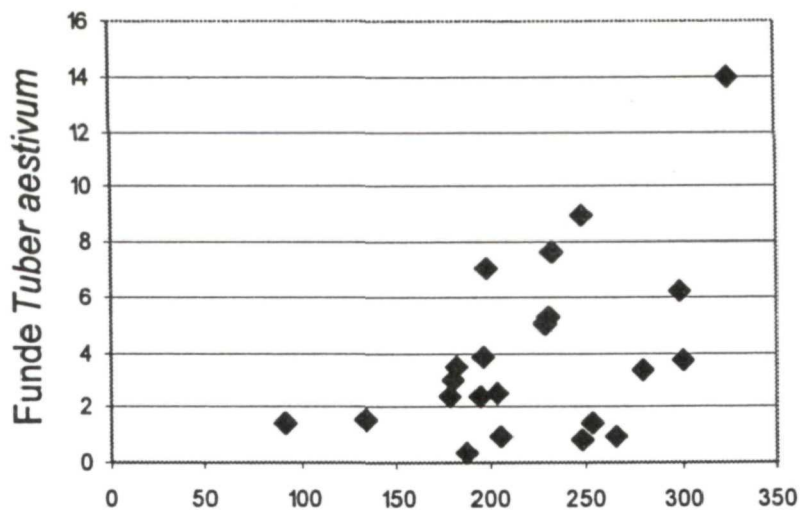


Abb. 3b. Niederschlag Oktober-April

Abb. 3 a. Zusammenhang zwischen den Aprilniederschlägen und den Trüffelfunden in der folgenden Saison. Abb. 3 b. Zusammenhang zwischen den Niederschlägen von Oktober bis April und den Trüffelfunden in der folgenden Saison.

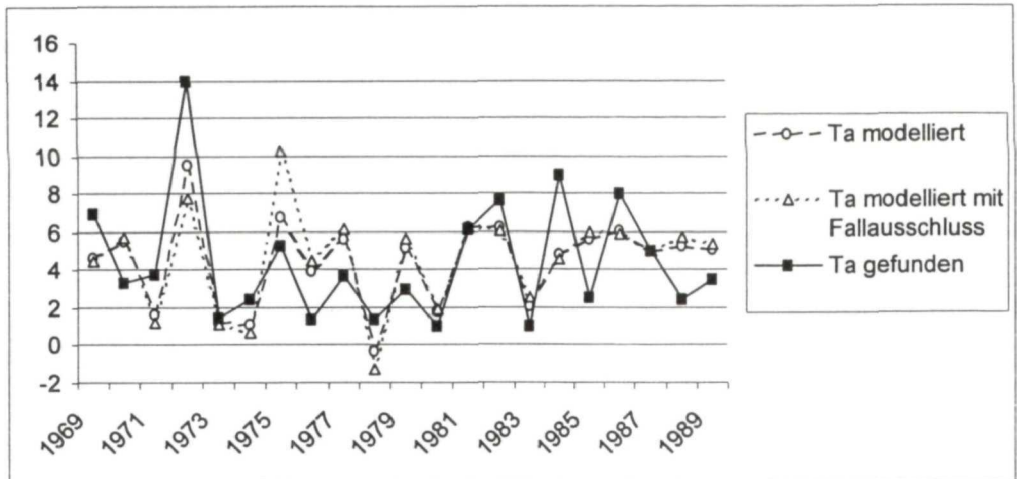
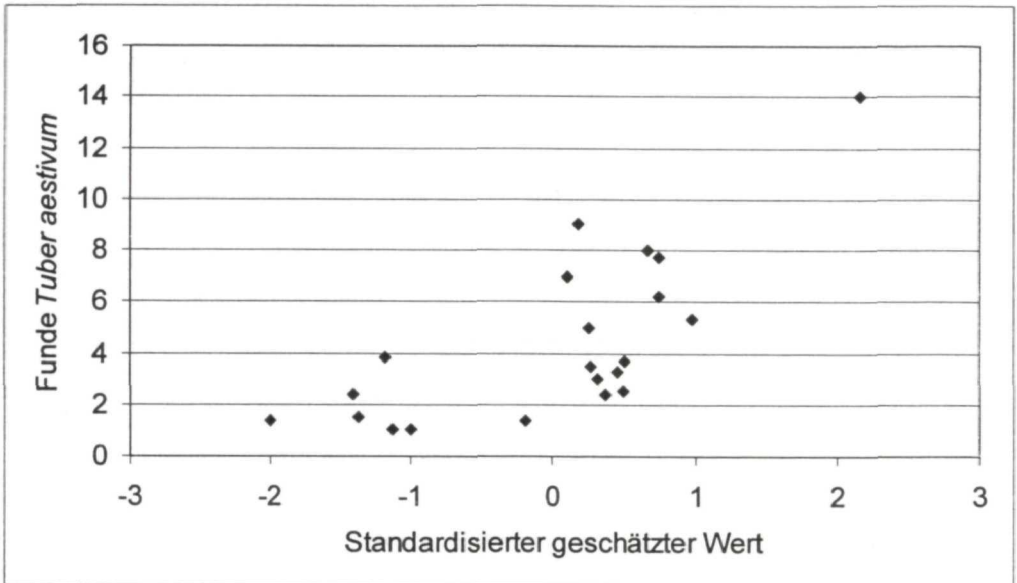


Abb. 4. Streudiagramm standardisierter geschätzter Wert – beobachteter Wert (*Tuber* = Fundmenge *T. aestivum* in kg). Dieses Diagramm gibt Auskunft über die Güte der Schätzfunktion. Es läßt sich eine annähernd lineare Beziehung bei beträchtlicher Streuung erkennen. Das Regressionsmodell ist hochsignifikant ($p = 0,005$, ANOVA). Abb. 5. Tatsächliche und geschätzte (modellierte) Fundwerte von *Tuber aestivum* (Ta) entlang der Zeitachse.

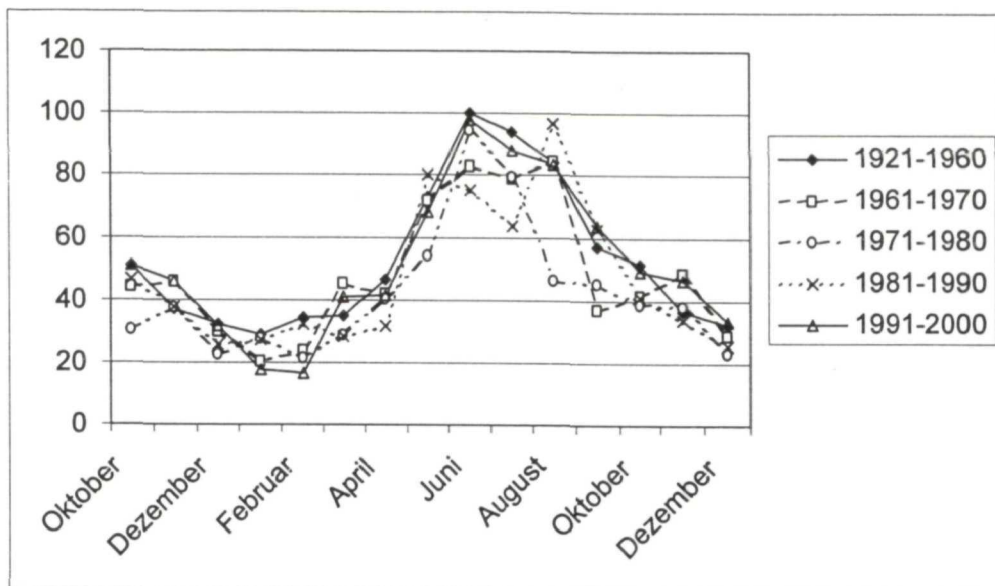
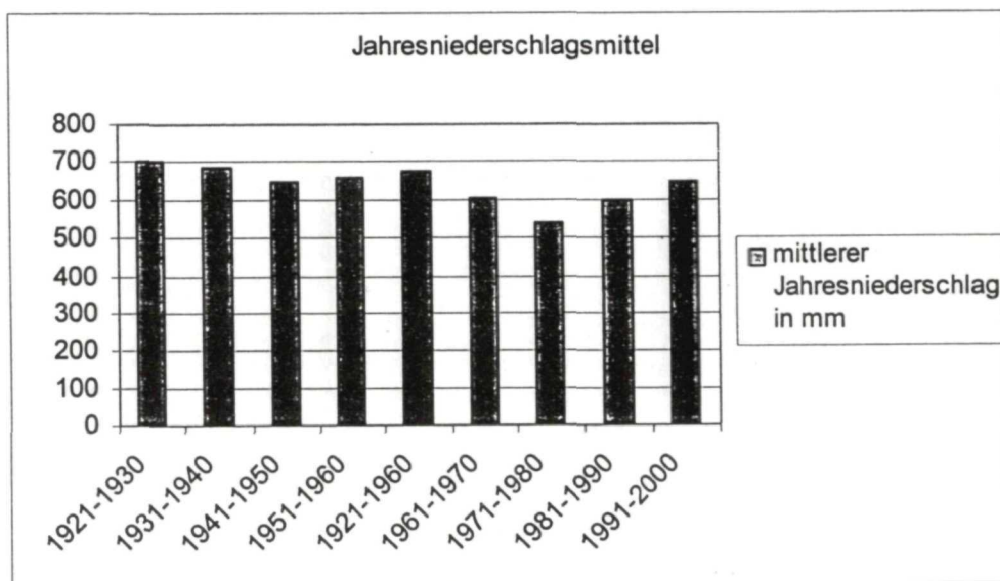


Abb. 6. Mittelwerte der Jahresniederschläge in den Dekaden zwischen 1921 und 2000. Abb. 7. Vergleich der gemittelten Niederschlagsverteilung zu verschiedenen Zeitabschnitten des 20. Jahrhunderts.

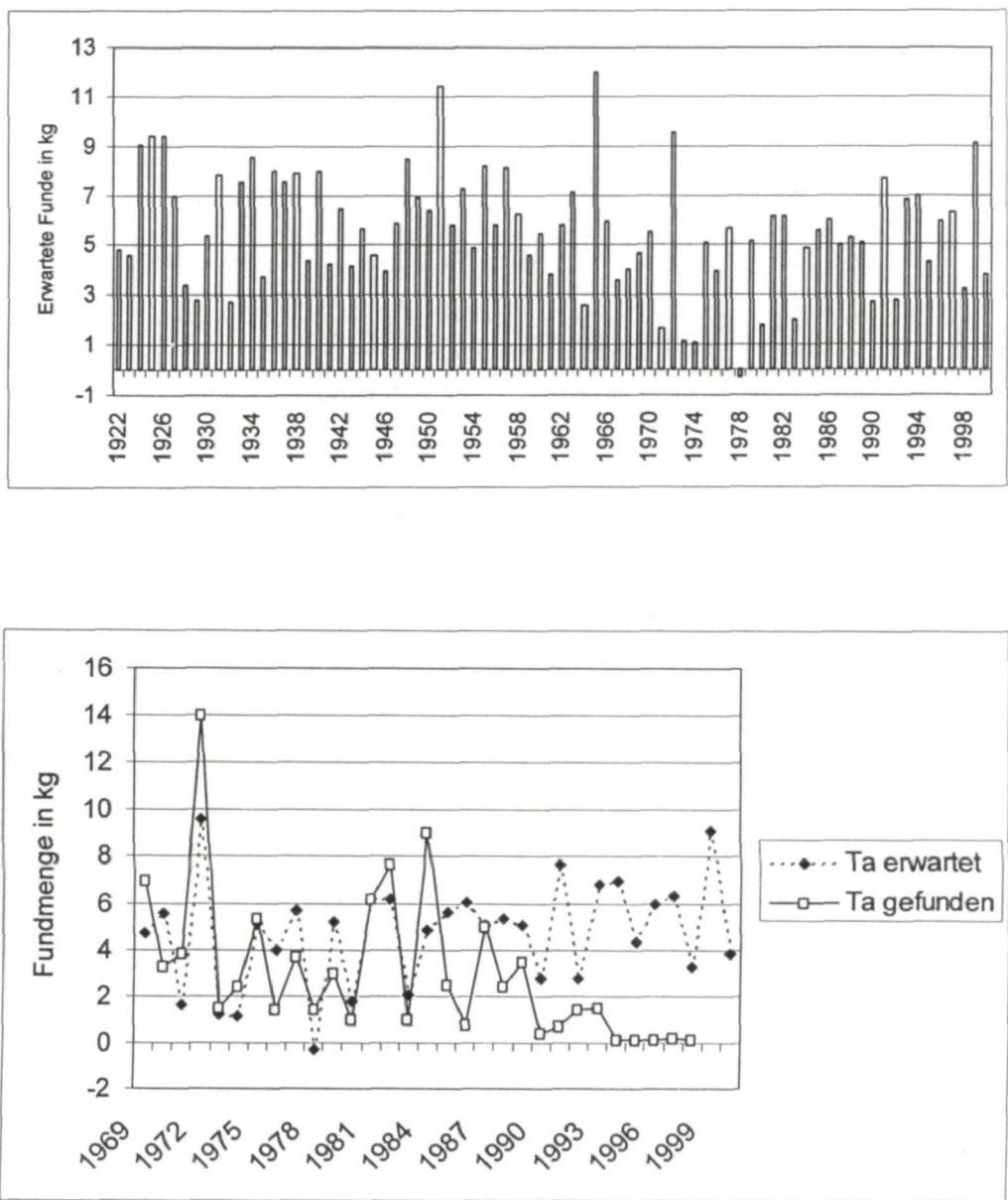


Abb. 8. Potentielle Trüffelfunde auf Basis von Niederschlagsdaten von 1921 bis 2000, berechnet mit der für den Zeitraum 1969 bis 1989 ermittelten Regressionsfunktion. Abb. 9. Geschätzte und tatsächliche Trüffelfunde im Zeitraum 1969 bis 2000.