

Untersuchungen zu Vorkommen und Ökologie von Großpilzen im Raum Bielefeld

Teil 2: Das Artenvorkommen und seine Abhängigkeit von abiotischen Faktoren

S. MÜLLER & A. GERHARDT

Lehrstuhl für Biologie und Didaktik der Biologie
der Universität Bielefeld, Postfach 100131, D-33501 Bielefeld

Eingegangen am 8.12.1994

Müller, S. & A. Gerhardt (1994): Studies on the occurrence and the ecology of higher fungi in the Bielefeld area (Germany). Part 2: The occurrence of species in correlation with abiotic factors. *Z. Mykol.* 61(1): 59 - 78.

Key words: Ecology, climatic factors, edaphic factors, ground level temperature, precipitation, atmospheric humidity, carbonate content, water-holding capacity, acidity, Ascomycetes, Basidiomycetes.

Summary: While part one of the „Studies on the occurrence and ecology of higher fungi in the Bielefeld area (Germany)“ dealt with the occurrence of species and their ecological classification, part two, presented here, is concerned with the dependence of species on abiotic factors. Over the year, alternating influences of different climatic factors on the fructification of Ascomycetes and Basidiomycetes could be ascertained: the largely direct influence of precipitation during the summer, the constantly high atmospheric humidity in the autumn, and minimum temperatures below freezing during the winter. It became clear that collecting data directly in the area of investigation is essential.

Concerning edaphic factors the following trends were observed: The carbonate content of all areas of investigation is low, and so is the water-holding capacity. The general condition of the soil cannot be concluded solely from the nature of the stratum. Calciphile and acidophile species do not necessarily exclude each other („double-indicator“ species found are *Boletus edulis*, *Lactarius deterrimus*, *Russula violeipes*). The species found do not appear to be altogether very demanding as far as the quality of soil is concerned.

Measurements collected in the direct surrounding of the mycelium of selected species showed that the conditions found there were notably different from those of the respective area of investigation. These results call for further measurements performed directly at the mycelium.

Zusammenfassung: Während der erste Teil der „Untersuchungen zu Vorkommen und Ökologie von Großpilzen im Raum Bielefeld“ mit dem Artenspektrum und der Artenzuordnung zu ökologischen Gruppen behandelte, befaßt sich der vorliegende zweite Teil mit der Abhängigkeit der Arten von abiotischen Faktoren. Im Jahresverlauf konnte ein wechselnder Einfluß verschiedener klimatischer Faktoren auf das Fruktifikationsverhalten von Makromyceten festgestellt werden: im Sommerhalbjahr ein überwiegend direkter Einfluß des Niederschlages, im Herbst die konstant hohe relative Luftfeuchtigkeit und im Winter den Gefrierpunkt unterschreitende Minimum-Temperaturen. Es stellte sich heraus, daß Messungen direkt im Bestand unerläßlich sind.

Bezüglich der edaphischen Faktoren wurden folgende Tendenzen ermittelt: Der Carbonatgehalt ist in allen Untersuchungsflächen (UF) gering, die Wasserkapazität ebenfalls. Es darf nicht ausschließlich aufgrund des Ausgangsgesteines auf das generelle Verhalten des Bodens geschlossen werden. Kalkliebende und

säureliebende Arten schließen sich nicht zwangsläufig aus (gefundene „Doppelzeigerarten“: *Boletus edulis*, *Lactarius deterrimus*, *Russula violeipes*). Die gefundenen Arten scheinen insgesamt relativ geringe Ansprüche an die Bodenverhältnisse zu stellen.

Messungen direkt am Mycel ausgewählter Arten zeigten, daß sich die dort herrschenden Bedingungen von denen in der jeweiligen UF unterscheiden. Das gibt Anlaß, weiterhin Messungen direkt am Mycel durchzuführen.

1. Einleitung

In Teil 1 dieser Publikation (MÜLLER & GERHARDT 1994) wurden das Artenspektrum und seine Zuordnung zu ökologischen Gruppen vorgestellt. Im vorliegenden Teil soll nun das Artenvorkommen in Abhängigkeit von abiotischen Faktoren näher beleuchtet werden.

2. Korrelation des Pilzvorkommens mit den Ergebnissen der abiotischen Messungen

Das Pilzvorkommen ist in „komplizierter Weise abhängig von klimatischen und edaphischen Verhältnissen“ (HÖFLER 1955). Um ökologische Zusammenhänge darstellen zu können, ist daher auch bei mykologischen Freilanduntersuchungen die Messung von abiotischen Faktoren unabdingbar. Ihre Auswahl muß unter Berücksichtigung der möglichen Relevanz für die Pilze erfolgen. Die für diese Untersuchung ausgewählten Faktoren und Methoden sind Teil 1 der vorliegenden Publikation zu entnehmen. Eine methodische Diskussion dieser Faktorenmessungen wird in Teil 3 dieser Publikation durchgeführt werden.

Im folgenden sollen ausgewählte Ergebnisse der verschiedenen durchgeführten Messungen vorgestellt werden. Dabei wird es nicht immer möglich sein, alle Untersuchungen mit einzubeziehen, da die Vergleichbarkeit aus verschiedenen Gründen nicht immer gegeben ist. Doch lassen sich in vielen Fällen einzelne Untersuchungsgebiete (UG) stellvertretend für das Gesamtuntersuchungsgebiet anführen.

2.1 Die klimatischen Faktoren

Temperatur, Niederschlag und auch die Luftfeuchtigkeit sind für die Fruktifikation von Pilzen wichtige Faktoren. Soll das ökologische Verhalten von Pilzen oder bestimmter Pilzgruppen ermittelt werden, so müssen diese Faktoren mittels verlässlicher Meßmethoden aufgenommen und notiert werden.

Die oben genannten klimatischen Faktoren sind daher während fast jeder hier vorgestellten Untersuchung an eigens für diesen Zweck errichteten Meßstationen gemessen worden (vgl. Teil 1).

Da jedes Kalenderjahr einen eigenen Witterungsverlauf hat, fast jede Untersuchung in einem anderen Jahr stattfand und noch dazu die Begehungszeiträume unterschiedlich waren, lassen sich die Ergebnisse dieser Messungen schlecht im Vergleich darstellen. Es werden daher beispielhaft die klimatischen Verhältnisse korreliert mit dem Gesamtpilzartenvorkommen einzelner Untersuchungen dargestellt.

2.1.1 Bodennahe Lufttemperatur

Abbildung 1 stellt die Artenzahl und die Temperaturverhältnisse (Minimum- und Maximum-Temperatur) im Jahresverlauf des UG von MÜLLER (1989) dar. Dieses UG wurde ausgewählt, weil es insgesamt die höchste Pilzartenzahl aufwies, aus nur gering voneinander unterschiedenen UF bestand und mit einer hohen Begehungsfrequenz untersucht wurde. Die Zusammenfassung der ermittelten Werte kann in diesem Fall vertreten werden.

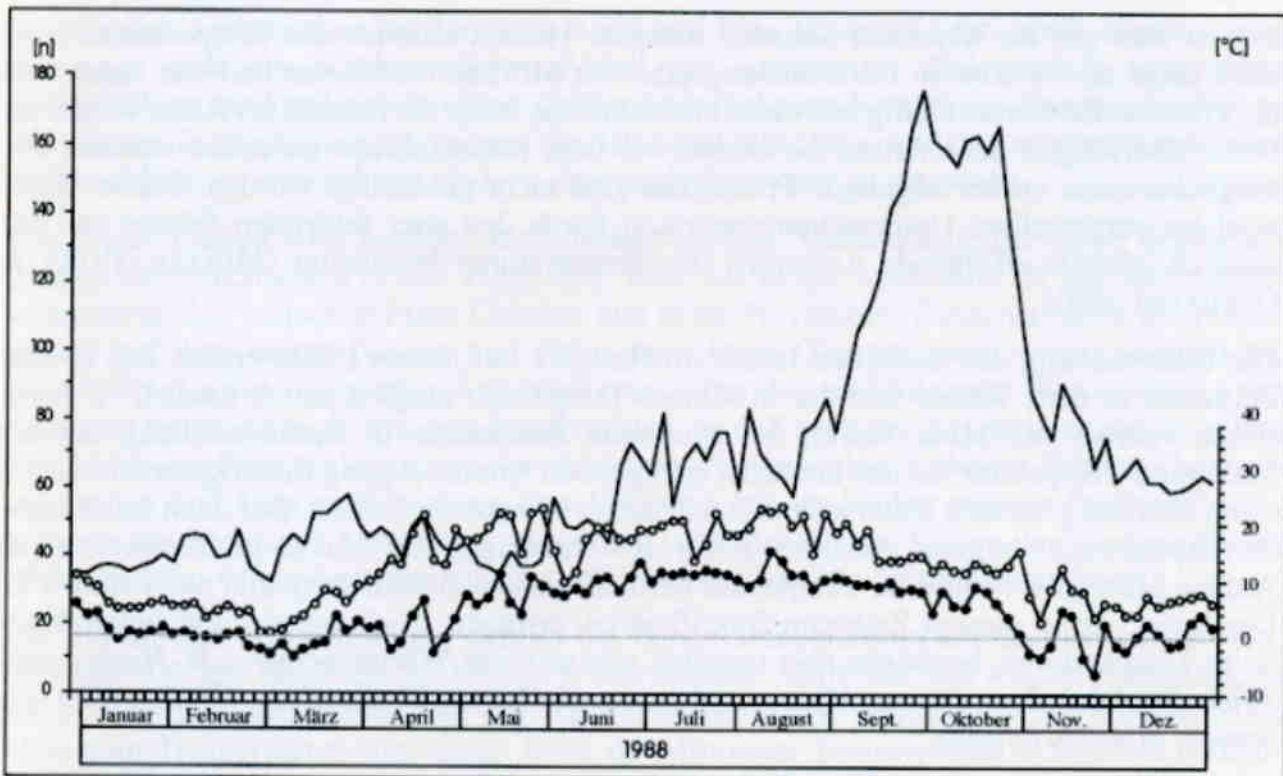


Abb. 1: Artenzahlen (-) sowie Durchschnittswerte der Minimum- (-●-) und Maximum- (-○-) Temperaturen pro Begehungstag (MÜLLER 1989)

Beginnend mit dem Vergleich von Gesamtpilzartenkurve und Minimum- und Maximum-Temperaturkurve fällt zunächst auf, daß alle drei Kurven ab Ende Oktober einen ähnlichen Verlauf zeigen, der durch relativ starke Schwankungen gekennzeichnet ist. Die nähere Betrachtung zeigt, daß immer dann, wenn die Minimum-Temperatur die 0 °C-Isotherme unterschreitet oder zumindest dieser Isotherme sehr nahe kommt, die Pilzartenzahl pro Begehungstag deutlich zurückgeht. Umgekehrt zeigt sich, daß die Pilzartenzahl ansteigt, wenn die Minimum-Kurve die 0 °C-Isotherme wieder deutlich überschreitet. Dabei korreliert die Pilzartenzahl allerdings nicht analog zur Höhe der Temperatur. Die Maximum-Temperatur-Kurve weist in diesem Abschnitt sehr ähnliche Schwankungen auf, u.z. im Bereich der 5 °C-Isotherme; sie korreliert in ähnlichem Maße wie die Minimum-Temperatur-Kurve mit der Gesamtpilzartenzahl pro Begehungstag.

Aufgrund dieser beobachteten Korrelationen kann vermutet werden, daß die Minimum-Temperatur, und in gewisser Hinsicht auch die Maximum-Temperatur, für die Fruktifikation vieler Pilzarten einen limitierenden Faktor darstellt, wenn sie die 0 °C-Isotherme (Minimum-Temperatur) bzw. 5 °C-Isotherme (Maximum-Temperatur) unterschreitet. Bereits MOSER (1958) weist darauf hin, daß niedrige Minimum-Temperaturen den limitierenden Faktor für die Fruktifikation bedeuten; allerdings setzt er die Grenze bei einer durchschnittlichen Minimum-Temperatur von 5 °C an. Diese Grenze kann aufgrund der Pilzfunde in der Untersuchung von MÜLLER (1989) nicht bestätigt werden, da in einigen Untersuchungsflächen bei Minimum-Temperaturen von etwa 1 °C noch frische Fruchtkörper von z.B. *Hygrophorus pustulatus* und *Hygrophorus olivaceoalbus* gefunden wurden. Sobald die Minimum-Temperatur aber die 0 °C-Isotherme unterschritt, blieb die Fruchtkörperbildung auch dieser Arten aus.

Eine mögliche Ursache für dieses Phänomen könnte die herabgesetzte Stoffwechselaktivität der Pilze sein, wodurch die Fruchtkörperbildung gehemmt wird. Das heißt aber nicht, daß bei diesen niedrigen Temperaturen die Fruktifikation der Makromyceten völlig „abgeschal-

tet“ ist oder gar die Mycelien Schaden nehmen. Hielten nämlich die Temperaturen nicht allzu lange an - wie es im Untersuchungsjahr von MÜLLER (1989) der Fall war - und wird die kritische Isotherme häufig zeitweise überschritten, steigt die Anzahl der Arten wieder an. Dabei überwiegen dann Arten, die bereits vor dem Kälteeinbruch gefunden wurden, d.h. möglicherweise vorher angelegte Primordien sind nicht geschädigt worden. Dieser Effekt wird im vorgestellten Untersuchungszeitraum durch den eher fehlenden Winter und das dadurch oftmals erfolgende Ansteigen der Temperaturen begünstigt (MÜLLER, PAULY & GERHARDT 1991).

Die Untersuchung des restlichen Jahres im Hinblick auf diesen Effekt ergibt, daß in dem Zeitraum, in dem Schnee und die Minimum-Temperatur lange deutlich unter 0 °C lagen (Ende Februar bis Mitte März), die Minimum-Temperatur in Zusammenhang mit der Maximum-Temperatur für den zunächst erfolgenden Artenrückgang (niedrigster Artenzahlstand [32] des gesamten Untersuchungszeitraumes) verantwortlich ist. Der dann stattfindende Artenzuwachs beginnt gleichzeitig mit dem Ansteigen der Maximum-Temperatur (ab Anfang März); die Minimum-Temperatur befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch unter 0°C. Die Arten, die in diesem Zeitraum fruktifizieren, ertragen anscheinend diese tiefen Minimum-Temperaturen, benötigen aber tagsüber eine gewisse Wärmemenge: z.B. *Hypholoma*-Arten, *Strobilurus esculentus*, *Mycena polygramma*, *Dasyscyphella nivea*, *Hyaloscypha leuconica*, *Mollisia cinerea*.

Nachdem die Minimum-Temperatur die 0 °C-Isotherme wieder überschritten hat (ab Ende März), können auch temperaturempfindlichere Pilze fruktifizieren, so daß die Pilzartenzahl zunächst weiter ansteigt. Dann ist zu erkennen, daß die Artenzahlkurve eher der Minimum- als der Maximum-Temperatur-Kurve folgt. Dies wird deutlich bei der Betrachtung der beiden Punkte, an denen die Minimum-Temperatur die 0 °C-Isotherme wieder unterschreitet (Mitte und Ende April). Die Maximum-Temperatur liegt in diesem Zeitraum immer über 12°C, d.h. sie kann nicht der bestimmende Faktor sein. Diese Rolle fällt offensichtlich der Minimum-Temperatur zu, ähnlich wie am Jahresende. Dieses Phänomen ist in ähnlicher Weise bei HÖLSCHER (1988), PAULY (1991) und KLAR (1995) zu beobachten.

Es kann also bestätigt werden, daß die Minimum-Temperatur für die Fruktifikation vieler Pilzarten einen limitierenden Faktor darstellt, sobald sie eine bestimmte Isotherme unterschreitet. Wie aus Abbildung 1 zu ersehen ist, weist vieles darauf hin, daß die limitierende Wirkung eintritt, wenn die 0 °C-Isotherme unterschritten wird. Dies stützt die Beobachtung vieler Autoren (z.B. FRIEDRICH 1940, HÖFLER 1954, KRIEGLSTEINER 1977), daß die ersten Fröste im Herbst die Fruktifikation vieler Pilzarten unterbinden. Das gleiche gilt für die Spätfröste im Frühjahr.

Durch die Betrachtung der Temperatur-Kurven ist aber nicht der gesamte Verlauf der Gesamtartenzahlkurve zu erklären. Der Bereich zwischen den ersten und letzten Wochen des Untersuchungsjahres scheint weniger temperaturabhängig zu sein.

2.1.2 Niederschlag

Auch der Niederschlag hat einen großen Einfluß auf die Fruktifikation der Makromyceten (KRIEGLSTEINER 1977, AGERER 1985). Bei der folgenden Diskussion wurde aus oben genannten Gründen ebenfalls auf die Ergebnisse von MÜLLER (1989) zurückgegriffen.

Die Betrachtung von Abbildung 2 zeigt, daß ein Großteil der Korrelation des Niederschlages mit den Pilzartenzahlen auf einem Abfall der Artenkurve bei nicht erfolgtem Niederschlag beruht. Dies wird besonders deutlich in dem Zeitraum von Mitte Juni bis Anfang September, in dem die Artenzahlkurve stark und unregelmäßig schwankt. Praktisch jeder Artenrückgang innerhalb dieses Zeitraumes korreliert mit fehlendem oder extrem geringem Niederschlag.

Auch in den vorhergehenden Monaten April und Mai, in denen sehr wenig Niederschlag fiel, zeigt sich ein kontinuierlicher Abfall der Artenkurve. Gelegentlich auftretende Niederschläge im April unterbrechen diesen Artenrückgang kurzfristig. Genauso verhält es sich mit der Trockenphase im August; die Artenzahl fällt stetig, und da zwischendurch keine Niederschläge zu verzeichnen sind, ist dies noch deutlicher zu erkennen.

Jede dieser Phasen wird beendet durch relativ starken Niederschlag, der einen deutlichen Anstieg der Pilzartenkurve zur Folge hat. Eine auffällige Ausnahme ist die fast niederschlagsfreie Zeit zwischen Mitte Oktober und Mitte November: Zunächst bleibt die Pilzartenzahl auf dem hohen Niveau und steigt dann Ende Oktober noch einmal deutlich an. Danach folgt zwar ein starker Artenrückgang, aber der nachfolgende Wiederanstieg der Artenzahl korreliert nicht mit dem Niederschlag, so daß auch der Zusammenhang zwischen dem Abfall der Pilzartenkurve und dem fehlenden Niederschlag in diesem Zeitraum bezweifelt werden darf. Dies ergibt sich aus dem Vergleich mit den beiden anderen Trockenphasen, in denen der Abfall der Artenkurve wesentlich schneller auf das Fehlen des Niederschlages erfolgt und bei denen dann ein Anstieg mit einsetzendem Niederschlag stattfindet.

Der Einfluß des Niederschlages scheint bei hohen Temperaturen am deutlichsten zu sein. Dies läßt sich am Vergleich der beiden Trockenphasen April/Mai und August feststellen. In der trockenen Frühjahrsphase ist der Rückgang der Arten vergleichsweise schwach. Die Maximum-Temperaturen sind relativ hoch, die Minimum-Temperaturen jedoch relativ niedrig. Im August sind sowohl die Minimum- als auch die Maximum-Temperaturen hoch, d.h. die Verdunstung der Pilzfruchtkörper ist höher und der Abfall der Pilzartenkurve entsprechend stärker.

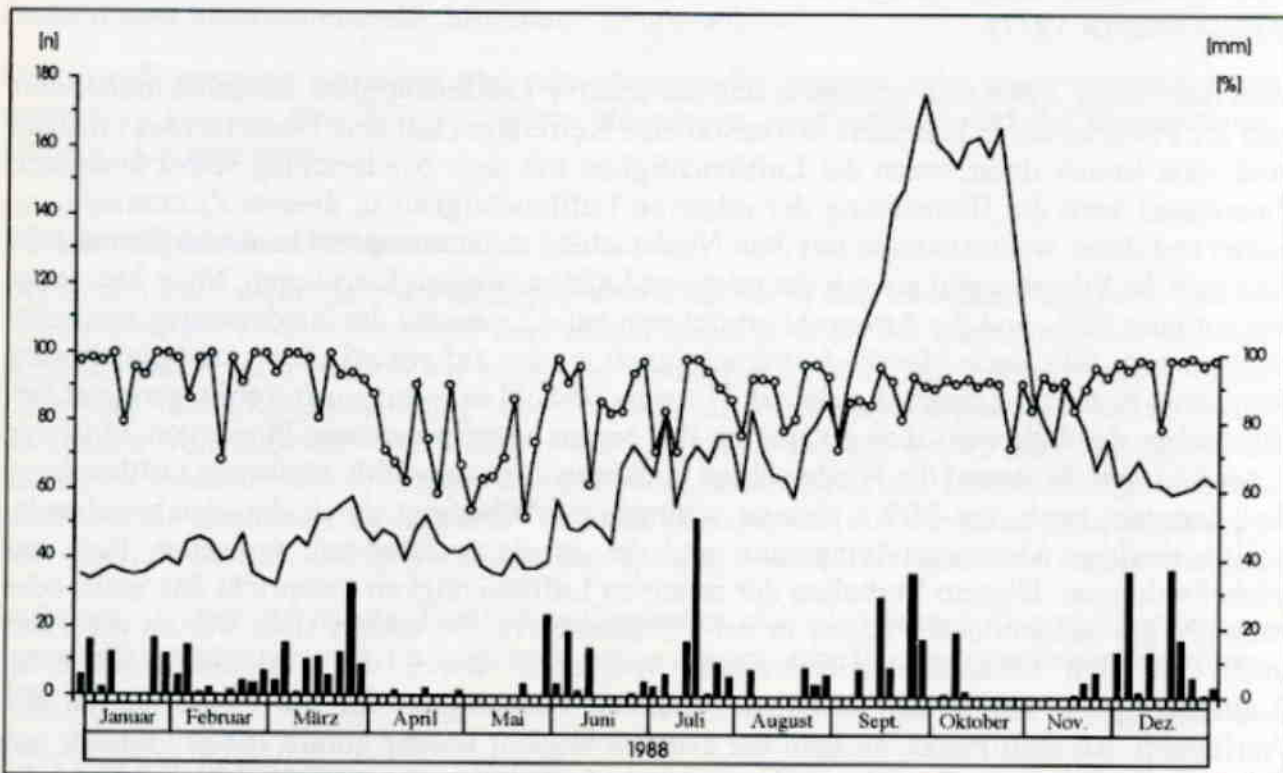


Abb. 2: Artenzahlen (-) und Durchschnittswerte der relativen Luftfeuchtigkeit (-o-) und des Niederschlages (■) pro Begehungstag (MÜLLER 1989)

Auch in hier nicht ausführlich angesprochenen Zeiträumen läßt sich ein, wenn auch eher undeutlicher Zusammenhang zwischen Pilzartenzahl und Niederschlag erkennen (z.B. im März). Dies gilt aber nicht für das Jahresende; hier führt Niederschlag zu keinerlei Reaktion der Pilzartenkurve. Wie bereits besprochen, wirkt in diesem Zeitraum die Temperatur als limitierender Faktor für die Fruchtkörperbildung.

Aus den eben erfolgten Betrachtungen kann geschlossen werden, daß der Niederschlag bzw. die Feuchtigkeit, die er zur Verfügung stellt, ein sehr wichtiger Faktor für die Fruktifikation von Pilzen ist. Dabei ist allerdings nicht die Menge, sondern die Verteilung der Niederschläge ausschlaggebend; kurze Regengüsse haben nicht den gleichen positiven Effekt wie längere, gleichmäßige Niederschläge, da nur durch letztere die Speicherkapazität des Bodens ausgenutzt werden kann (KRIEGLSTEINER 1977). Im Sommer spielt der Niederschlag offenbar eine größere Rolle als im Herbst und im Winter. In Zeiten, in denen die Feuchtigkeit aufgrund hoher Temperaturen schnell verbraucht ist und auch keine neue mehr hinzukommt, wird die Fruchtkörperbildung der meisten Makromyceten sehr schnell eingestellt. Allerdings können viele Pilze gerade in diesem Zeitraum besonders rasch auf auftretende Niederschläge reagieren. Dazu gehören v.a. viele kleinere Pilzarten wie z.B. Arten der Gattungen *Mycena*, *Coprinus* und *Marasmius*. Da diese Pilze aber gleichzeitig sehr austrocknungsgefährdet sind, verschwinden sie bei fehlendem Niederschlag wieder sehr schnell.

Nach der Diskussion der Einflüsse von Temperatur und Niederschlag sind aber immer noch nicht alle Bereiche der Artenkurve in den Abbildungen 1 und 2 hinreichend erklärt.

2.1.3 Relative Luftfeuchtigkeit

Neben der Temperatur und dem Niederschlag kann auch die relative Luftfeuchtigkeit als beeinflussender Faktor für die Fruktifikation von Pilzen betrachtet werden (MOSER 1962, KRIEGLSTEINER 1977).

Aus Abbildung 2 läßt sich erkennen, daß die relative Luftfeuchtigkeit zunächst immer dort mit der Pilzartenkurve korreliert, wo schon eine Korrelation mit dem Niederschlag erfolgte; und zwar immer dann, wenn die Luftfeuchtigkeit mit dem Niederschlag selbst korreliert. Interessant wird die Betrachtung der relativen Luftfeuchtigkeit in diesem Zusammenhang daher erst dann, wenn sie nicht mit dem Niederschlag zusammenpaßt. In diesen Zeiträumen läßt sich die Pilzartenzahl gut mit der relativen Luftfeuchtigkeit korrelieren. Mitte Mai steigt sie auf über 92%, und die Artenzahl erhöht sich auf 42, obwohl der Niederschlag ausbleibt. Andererseits fällt Ende Mai die Luftfeuchtigkeit wieder auf etwa 51% ab, und gleichzeitig kommt es zu einem Artenrückgang auf 37 Arten, obwohl es, wenn auch wenig, geregnet hat. Besonders deutlich wird dies zu Beginn der bereits angesprochenen Phase von Mitte bis Ende Oktober: Während der Niederschlag in diesem Zeitraum fehlt, bleibt die Luftfeuchtigkeit konstant hoch (um 90%); dies ist wahrscheinlich bedingt durch die gleichbleibende, relativ niedrige Maximum-Temperatur und die zu dieser Jahreszeit typischen Tau- und Nebelbildungen. Diesem Verhalten der relativen Luftfeuchtigkeit entspricht das mehr oder weniger gut ausgebildete Plateau in der Pilzartenkurve. So erklärt sich, warum die Pilze nicht auf den fehlenden Niederschlag reagieren; durch die gleichbleibend hohe Luftfeuchtigkeit steht ihnen offenbar genügend Feuchtigkeit für die Fruktifikation zur Verfügung. An dem Punkt, an dem die Luftfeuchtigkeit wieder abfällt (Ende Oktober auf etwa 73%), fällt auch die Pilzartenkurve stark ab. Letzteres kann eigentlich nicht auf die Temperaturen zurückgeführt werden, da zum einen die Minimum-Temperatur noch nicht extrem gefallen und zum anderen die Maximum-Temperatur sogar noch etwas gestiegen ist.

