

Untersuchung der ökologischen Wachstumsbedingungen des sich auf Fledermäusen ansiedelnden Pilzes *Geomyces destructans*

Von MARCUS FRITZE, THI LAM HUONG PHAM, Berlin, und BERND OHLENDORF, Roßla

Mit 7 Abbildungen

Abstract

Investigation on ecological growth conditions of the fungus *Geomyces destructans* colonizing on bats

The White-Nose Syndrome (WNS) is a dramatic disease affecting bats in Northern America with deadly outcome. Since 2006, more than six million bats have fallen victim to this disease. WNS has been identified to be caused by the white fungal pathogen named *Geomyces destructans* (*Gd*). This white fungus is mostly established at bat snouts and on the wings. In Europe, mainly the bat species *Myotis myotis* is affected by *Gd*. However, in contrast no mortality of infected European bats has been noticed up to date.

In this study, the effects of ecological conditions influencing the growth of *Gd* on bats were investigated. For that issue, *Gd* affected bats were observed in seven mines in Saxony-Anhalt, Germany, with different hibernacula climatic conditions. The hibernacula research revealed strong *Gd* affections on *Myotis myotis* at high air humidity conditions (relative humidity about 100%) and moderate temperatures (between 7 and 10°C). In contrast, hibernacula with both lower temperatures and dryer conditions resulted in no growth of *Gd* on bats.

Laboratory experiments pointed out that *Gd* grows best at 10 to 15°C on different culture media. Experiments on culture media with rock samples, collected from different hibernacula locations, as ingredient showed a strong increased production of *Gd* spore.

Zusammenfassung

Das White-Nose-Syndrom (WNS) ist eine in Nordamerika sich vollziehende epizootische Pilzkrankung, an der von 2006 bis heute etwa 5,7 bis 6,7 Millionen Fledermäuse gestorben sind. Krankheitsauslöser ist der kälteliebende Schlauchpilz *Geomyces destructans* (*Gd*), der sich auf Fledermäusen während der Überwinterungsphase ansiedelt und nach bisherigen Erkenntnissen wichtige Hautfunktionen der Fledermäuse zerstört.

In Europa wurden ebenfalls überwinternde Fledermäuse entdeckt, die mit *G. destructans* befallen wurden, wobei vor allem das (Große) Mausohr (*Myotis myotis*), nachfolgend nur Mausohr genannt, betroffen ist. Bislang konnte jedoch in Europa kein Fledermaussterben mit *Gd* direkt in Verbindung gebracht werden.

Durch wiederholte Begehungen von sieben bekannten Fledermaus-Winterquartieren im sachsen-anhaltinischen Harz wurde die Stärke des Befalls von *Gd* auf überwinternden Fledermäusen dokumentiert sowie Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsdaten gesammelt.

Während der Untersuchung im Zeitraum von Ende Januar bis Anfang April 2012 wurden insgesamt 48 Fledermäuse (davon 19 Mausohren) festgestellt und an vier Begehungen beobachtet. In zwei Quartieren wurden insgesamt 6 Mausohren festgestellt, die mit *Gd* befallen waren. Es wurde festgestellt, dass in den *Gd*-positiven Quartieren höhere Temperatur und Luftfeuchtigkeit herrschten als in denen, wo Mausohren ohne *Gd*-Befall überwintern. Außerdem wurden weitere Fledermausarten observiert, die gemeinsam mit den Schimmelpilz tragenden Mausohren überwinterten.

In der Laboruntersuchung wurde festgestellt, dass *Gd* bei Temperaturen von 10 und 15 °C am besten wächst. Bei Luftfeuchtigkeitsversuchen (RH von 33 bis 95 %) konnte kein direkter Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf das Wachstum von *Gd* festgestellt werden. Bei Experimenten mit Zugabe von Gesteinsmehlen (aus Fledermauswinterquartieren) in Agar-Kulturmedien konnte kein Einfluss auf das Wachstum von *Gd* festgestellt werden. Jedoch wurde festgestellt, dass viele Gesteine die Sporenbildung von *Gd* fördern und somit zu einer erhöhten Dispersion des Pilzes führen können.

Keywords

White-Nose Syndrome (WNS), fungus *Geomyces destructans* (*Gd*), *Myotis myotis*, relative humidity, temperatures, rock.

1 Einleitung

Das White-Nose-Syndrom (WNS) ist eine sich in Nordamerika vollziehende epizootische Pilzkrankung bei Fledermäusen, an der seit 2006 etwa 5,7 bis 6,7 Millionen Fledermäuse gestorben sind (FROSHAUER & COLEMAN 2012). Krankheitsauslöser ist der kälteliebende Schlauchpilz *Geomyces destructans* (*Gd*) BLEHERT & GARGAS, sp. nov. (BLEHERT et al. 2009),

Pilze bevorzugen niedrigere pH-Werte (SCHLEGEL 1992). In dieser Untersuchung konnte jedoch festgestellt werden, dass *Gd* bis nach 12 Wochen bei unterschiedlichen pH-Werten nahezu gleich gut anwuchs. Auch die pH-Werte der Gesteine wurden gemessen, wobei selbst bei sehr basischen Gesteinsproben (Calzit, Keratophyr, Beton) kein Unterschied des *Gd*-Wachstums zu der sauren Gesteinsprobe (Arrose) zu verzeichnen ist. Auch bei Wachstumstest, bei denen Agar-Medien mit pH-Werten von 3,5 bis 8,5 hergestellt wurden, konnten keine eindeutigen Unterschiede hinsichtlich des Wachstums in Abhängigkeit vom pH-Wert beobachtet werden (s. FRITZE, PHAM & ZASPEL, S. 324-328 im gleichen Heft).

Anmerkung

Im Winter 2011/12 wurde gegenüber dem Winter 2010/11 ein deutlich geringerer *Gd*-Befall beim Mausohr festgestellt. November und Dezember 2011 waren sehr mild und in den Felsquartieren im Harz erfolgte nur zögerlich eine Besiedlung durch Fledermäuse. November und die erste Hälfte des Dezembers 2012 waren kalt und schneereich. Der erste Nachweis von *Gd* wurde bereits am 04.01.2013 erbracht.

Danksagung

Besonderer Dank gilt Frau Dr. GUDRUN WIBBELT (Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung Berlin) für die Bereitstellung des Stammes *Geomyces destructans* und die vielen hilfreichen Tipps und Hinweise. Weiterer Dank gilt Frau Dipl. Ing. THANH DAM HUYNH (Technische Universität Berlin) für die tatkräftige Unterstützung bei den Laborarbeiten sowie ERIC FRITZE, Roßla, für die Unterstützung bei Datenbeschaffung der Freiland-Studie. MARCUS FRITZE bedankt sich bei Frau Dipl. Biol. JULIANE SCHATZ, Greifswald/Riems, für die hilfreichen Anregungen.

Schrifttum

- BLEHERT, D. S., HICKS, A. C., BEHR, M., METEYER, C. U., BERLOWSKI-ZIER, B. M., BUCKLES, E. L., COLEMAN, J. T. H., DARLING, S. R., GARGAS, A., NIVER, R., OKONIEWSKI, J. C., RUDD, R. J., & STONE, W. B. (2009): Bat White-Nose Syndrome: An Emerging Fungal Pathogen? *Science* **323**, 227.
- BREITENBACH, S., MARWAN, N., & WIBBELT, G. (2011): Weißnasensyndrom in Nordamerika - Pilzbesiedelung in Europa. *Nyctalus (N.F.)* **16**, 172-179.
- CHATURVEDI, V., SPRINGER, D. J., BEHR, M. J., RAMANI, R., LI, X.-J., PECK, M. K., REN, P., BOPP, D. J., WOOD, B., SAMSONOFF, W. A., BUTCHKOSKI, C. M., HICKS, A. C., STONE, W. B., RUDD, R. J., & CHATURVEDI, S. (2010): Morphological and Molecular Characterizations of Psychrophilic Fungus *Geomyces destructans* from New York Bats with White Nose Syndrome (WNS). *PLoS ONE*, Vol. **5**, Issue 5, 1-12.
- CRYAN, P. M., METEYER, C. U., BOYLES, J. G., & BLEHERT, D. S. (2010): Wing pathology of white-nose syndrome in bats suggests life-threatening disruption of physiology. *BMC Biology*, Vol. **8**, Issue 135, 1-8.
- DIETZ, C., VON HELVERSEN, O., & NILL, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Kosmos Naturführer. Kosmos-Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart (399 pp.).
- FLORY, A. R., KUMAR, S., STOHLGREN, T. J., & CRYAN, P. M. (2012): Environmental conditions associated with bat white-nose syndrome mortality in the north-eastern United States. *Journal of Applied Ecology* (2012), Vol. **49**, 680-689.
- FOLEY, J., CLIFFORD, D., CASTLE, K., CRYAN, P., & OSTFELD, R. S. (2010): Investigating and Managing the Rapid Emergence of White-Nose Syndrome, a Novel, Fatal, Infectious Disease of Hibernating Bats. *Conservation Biology*, Vol. **25**, Nr. 2, 223-231.
- FRICK, W. F., POLLOCK, J. F., HICKS, A. C., LANGWIG, K. E., D. REYNOLDS, S., TURNER, G., BUTCHKOSKI, C. M., & KUNZ, T. H. (2010): An Emerging Disease Causes Regional Population Collapse of a Common North American Bat Species. *Science* **329**, 679-682.
- FROSHAUER, A., & COLEMAN, J. (2012): North American bat death toll exceeds 5.5 million from white-nose syndrome. News Release, U.S. Fish & Wildlife Service, 1-2. URL: http://www.fws.gov/whitenosesyndrome/pdf/WNS_Mortality_2012_NR_FINAL.pdf (Abruf: 07.08.2012).
- GARGAS, A., TREST, M. T., CHRISTENSEN, M., VOLK, T. J., & BLEHERT, D. S. (2009): *Geomyces destructans* sp. nov. associated with bat white-nose syndrome. *Mycotaxon* **108**, 147-154.
- GREENSPAN, L. (1977): Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. *Journal of Research (1977)*, National Bureau of Standards, 89-96.
- GRIENEISEN, L. (2011): Hibernacula Microclimate and White-nose Syndrome Susceptibility in the Little Brown Myotis (*Myotis lucifugus*). Master Thesis, Bucknell Digital Commons, Bucknell University.
- KULZER, E. (2005): Chiroptera. Teilband 62, In: Handbuch der Zoologie. Bd. **VIII** Mammalia, M. S. Fischer & H. Schliemann (Hrsg.), Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin (250 pp.).
- LINDNER, D. L., GARGAS, A., LORCH, J. M., BANIK, M. T., GLAESER, J., KUNZ, T. H., & BLEHERT, D. S. (2011): DNA-based detection of the fungal pathogen *Geomyces destructans* in soils from bat hibernacula. *Mycologia* **103/2**, 241-246.
- LORCH, J. M., METEYER, C. U., BEHR, M. J., BOYLES, J. G., CRYAN, P. M., HICKS, A. C., BALLMANN, A. E., COLEMAN, J. T. H., REDELL, D. N., REEDER, D. M., & BLEHERT, D. S. (2011): Experimental infection of bats with *Geomyces destructans* causes white-nose syndrome. *Nature* **480**, 376-378.
- METEYER, C. U., BUCKLES, E. L., BLEHERT, D. S., HICKS, A. C., GREEN, D. E., SHEARN-BOCHSLER, V., THOMAS,

- N. J., GARGAS, A., & BEHR, M. J. (2009): Histopathologic criteria to confirm white-nose syndrome in bats. *Journ. Veterinary Diagnostic Investigation* 21, 411-414.
- MARTÍNKOVÁ, N., BAČKOR, P., BARTONIČKA, T., BLAŽKOVÁ, P., ČERVENÝ, J., FALTEISEK, J., GAISLER, J., HANZAL, V., HORÁČEK, D., HUBÁLEK, Z., JAHELKOVÁ, H., KOLÁŘÍK, M., KORYTÁR, L., KUBÁTOVÁ, A., LEHOTSKÁ, B., LEHOTSKÝ, R., LUČAN, R. K., MAJEK, O., MATĚJŮ, J., ŘEHÁK, Z., ŠAFÁŘ, J., TÁJEK, P., TKADLEC, E., UHRIN, M., WAGNER, L., WEINFURTOVÁ, D., ZIMA, J., ZUKAL J., & HORÁČEK, I. (2010): Increasing Incidence of *Geomyces destructans* Fungus in Bats from the Czech Republic and Slovakia. *PLoS ONE*, Vol. 5, Issue 11, 1-7. URL: <http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0013853> (letzter Abruf: 25.08.2012).
- OHLENDORF, B., FRITZE, M., RUPSCH, C., TEUMER, C., BROCKMANN, D. (2011): Zum Vorkommen von *Geomyces destructans* bei Fledermäusen in Sachsen-Anhalt. *Nyctalus (N.F.)* 16, 186-196.
- PIKULA, J., BANDOUCHOVA, H., NOVOTNÝ, L., U. METEYER, C., ZUKAL, J., IRWIN, N. R., ZIMA, J., & MARTÍNKOVÁ, N. (2012): Histopathology Confirms White-Nose Syndrome in Bats in Europe. *Journ. Wildlife Diseases*, Vol. 48/1, 207-211.
- PUECHMAILLE, S. J., WIBBELT, G., KORN, V., FULLER, H., FORGET, F., MÜHLENDORFER, K., KURTH, A., BOGDANOWICZ, W., BOREL, C., BOSCH, T., CHEREZY, T., DREBET, M., GÖRFÖL, T., HAARMSMA, A.-J., HERHAUS, F., HALLART, G., HAMMER, M., JUNGSMANN, C., LE BRIS, Y., LUTSAR, L., MASING, M., MULKENS, B., PASSIOR, K., STARRACH, M., WOJTAZEWSKI, A., ZÖPHEL, U., & TEELING, E. C. (2011): Pan-European Distribution of White-Nose Syndrome Fungus (*Geomyces destructans*) Not Associated with Mass Mortality. *PLoS ONE*, Vol. 6, Issue 4, 1-11. URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0019167> (letzter Abruf: 25.09.2012).
- PUECHMAILLE, S. J., VERDEYROUX, P., FULLER, H., AR GOUILH, M., BEKAERT, M., & TEELING, E. C. (2010): White-Nose Syndrome Fungus (*Geomyces destructans*) in Bat, France. *Emerging Infectious Diseases* 16/2, 290-293.
- REEDER, D. M., FRANK, C. L., TURNER, G. G., METEYER, C. U., KURTA, A., BRITZKE, E. R., VODZAK, M. E., DARLING, S. R., STIHLER, C. W., HICKS, A. C., JACOB, R., GRIENEISEN, L. E., BROWNLEE, S. A., MULLE, L. K., & BLEHERT, D. S. (2012): Frequent Arousal from Hibernation Linked to Severity of Infection and Mortality in Bats with White-Nose Syndrome. *PLoS ONE* (2012), Vol. 7, Issue 6, S. 1-10. URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0038920> (letzter Abruf: 04.04.2013).
- REICHARD, J. D., & KUNZ, T. H. (2009): White-nose syndrome inflicts lasting injuries to the wings of little brown myotis (*Myotis lucifugus*). *Acta Chiropterologica* 11/2, 457-464.
- SCHLEGEL, H. G. (Hrsg.), Zaborosch, C. (1992): *Allgemeine Mikrobiologie*. 7. überarb. Aufl., Georg Thieme Verlag. Stuttgart (643 pp.).
- WARNECKE, L., TURNER, J. M., BOLLINGER, T. K., LORCH, J. M., MISRA, V., CRYAN, P. M., WIBBELT, G., BLEHERT, D. S., & WILLIS, C. K. R. (2012): Inoculation of bats with European *Geomyces destructans* supports the novel pathogen hypothesis for the origin of white-nose syndrome. *Proc. Nat. Acad. Sciences* (2012), 1-5.
- WIBBELT, G. (2011): Verbreitung des Pilzes *Geomyces destructans* in Fledermaus-Winterquartieren in Deutschland. *Nyctalus (N.F.)* 16, 180-185.
- , KURTH, A., HELLMANN, D., WEISHAAR, M., BARLOW, A., VEITH, M., PRÜGER, J., GÖRFÖL, T., GROSCHE, L., BONTADINA, F., ZÖPHEL, U., SEIDL, H.-P., CRYAN, P. M., & BLEHERT, D. S. (2010): White-Nose Syndrome Fungus (*Geomyces destructans*) in Bats, Europe. *Emerging Infectious Diseases*, Vol. 16, No. 8, 1237-1242. URL: <http://edoc.rki.de/oa/articles/reOrlQ7Rr93E/PDF/28obBIhXu7bE.pdf> (letzter Abruf: 25.08.12).
- WILLIS, C. K. R., MENZIES, A. K., BOYLES, J. G., & WOJCIECHOWSKI, M. S. (2011): Evaporative Water Loss is a plausible Explanation for Mortality of Bats from White-Nose Syndrome. *Integrative and Comparative Biology* Vo. 51(3), 364-373.

MARCUS FRITZE, Sekr. BH 9-2, Institut für Ökologie, Technische Universität Berlin, Ernst-Reuter-Platz I, D-10587 Berlin; E-Mail: marcus_fritze@gmx.de

THI LAM HUONG PHAM, Sekr. BH 9-2, Institut für Ökologie, Technische Universität Berlin, Ernst-Reuter-Platz 1, D-10587 Berlin; E-Mail: lamhuong.pham@tu-berlin.de

BERND OHLENDORF, Landesreferenzstelle für Fledermausschutz Sachsen-Anhalt im Biosphärenreservat Karstlandschaft Südharz, Hallesche Straße 68, D-06536 Südharz/OT Roßla; E-Mail: Bernd.Ohendorf@bioessh.mlu.sachsen-anhalt.de