

Milzbrand im Kanton Zürich zwischen 1878 und 2005

A. Brandes Ammann, H. Brandl

Institut für Umweltwissenschaften der Universität Zürich

Zusammenfassung

Historische Aufzeichnungen über Milzbrandfälle bei Tieren im Kanton Zürich zwischen 1878 und 2005 wurden auf der Ebene von politischen Gemeinden analysiert, wobei das Auftreten und die Anzahl von Fällen, die erkrankten Tierarten und die Anzahl betroffener Gemeinden untersucht wurden. Die Daten wurden sowohl mit den industriellen Aktivitäten (Gerben, Woll- und Rosshaarverarbeitung) in den Gemeinden als auch mit den vorherrschenden meteorologischen Bedingungen korreliert. In der Untersuchungsperiode wurden insgesamt 830 Milzbrandfälle bei Tieren in 140 von 171 Zürcher Gemeinden verzeichnet, wobei mehrheitlich Rinder betroffen waren. Das Auftreten der Fälle korrelierte mit industriellen Aktivitäten in der jeweiligen Gemeinde. Ein positiver Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Milzbrandfällen in einer Gemeinde und dem Vorhandensein lokaler Unternehmen, die potenziell kontaminiertes Material wie Häute, Felle, Wolle, Haar, Fleisch oder Knochenmehl verarbeiteten, konnte gezeigt werden. Der Einfluss von wollverarbeitenden Betrieben ($P = 0.004$) und Gerbereien ($P = 0.032$) erwies sich als erheblich, während rosshaarverarbeitende Betriebe keinen Einfluss hatten. Zwischen dem Auftreten von Milzbrandfällen und meteorologischen Bedingungen (Niederschlag, Temperatur) gab es keinen statistisch signifikanten Zusammenhang.

Schlüsselwörter: Anthrax, *Bacillus anthracis*, Gerbereien, Milzbrand, Rosshaarverarbeitung, Wollverarbeitung

Anthrax in the canton of Zurich between 1878 and 2005

Historical records reporting cases of animal anthrax in the canton of Zurich between 1878 and 2005 were analysed on the level of political communities regarding occurrence and number of cases, animals affected, and number of communities affected. Data were correlated with industrial activities (tanning, wool and horse hair processing) in a community and to the prevailing meteorological conditions. A total of 830 cases of animal anthrax has been recorded in 140 of 171 communities. Occurrence correlated with industrial activities in a community such as companies handling potentially contaminated materials (hides, fur, wool, hair, meat, or bone meal). The influence of wool processing companies ($P = 0.004$) and tanneries ($P = 0.032$) was significant whereas horse hair processing had no effect. However, a statistical relationship between the number of cases reported and meteorological data (rainfall, mean temperature) was not found.

Keywords: anthrax, *Bacillus anthracis*, tanneries, wool processing

Einleitung

Milzbrand ist eine bekannte Infektionskrankheit, die sowohl bei Wildtieren als auch bei Nutztieren wie Pferden, Rindern, Schafen, Ziegen, Schweinen, Büffeln, Kamelen, Antilopen und sogar bei Straussen und Elefanten vorkommt (Watson und Keir, 1994; Gates et al., 1995; Hugh-Jones und de Vos, 2002; Dragon et al., 2005). Der Erreger ist das sporenbildende, grampositive Bakterium *Bacillus anthracis* (Dragon und Rennie, 1995).

B. anthracis ist ein weit verbreitetes Bodenbakterium und kommt weltweit vor. In einigen Regionen ist die

Krankheit endemisch (Asien, Zentralafrika, südlicher Teil der USA sowie Südamerika), in den meisten anderen Erdteilen kommt sie sporadisch vor. In Europa ist *B. anthracis* in Spanien, Griechenland, Albanien und Mazedonien endemisch. Die Niederlande, Belgien, Luxemburg, Österreich, die Tschechische Republik, die Slowakei, Lettland, Estland, Skandinavien, Dänemark, Irland und Island scheinen von Milzbrand nicht betroffen zu sein. Aktuelle Informationen sind unter http://www.vetmed.lsu.edu/whocc/mp_world.htm zu finden.

In Deutschland war Milzbrand Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts weit verbreitet (Zepezauer und Bocklisch, 1980). Im Zeitraum von 1893 bis 1899 erkrankten 29'686 Tiere an Milzbrand (Felix, 1905), und zwischen 1914 und 1929 wurden 20'279 Fälle verzeichnet, mit einem Maximum von 6847 toten Tieren im Jahr 1914 (Standfuss, 1958). Die Mortalität der infizierten Tiere lag zwischen 88% und 97%. Das vermehrte Vorkommen von Milzbrand wird sowohl der Industrialisierung als auch dem gesteigerten Import von Tierprodukten, insbesondere getrockneten Häuten, zugeschrieben (Schiess, 1997). Oft traten gehäuft Fälle in der Umgebung von Rosshaar- und Kammgarnspinnereien auf (Silberschmidt, 1896). Den Zusammenhang zwischen Gewerbe und Milzbrand zeigt auch die vom Bundesrat 1887 erlassene erste sogenannte Giftliste zum ersten Fabrikgesetz der Schweiz, in der Milzbrand zusammen mit 13 anderen Komponenten wie z.B. Salzsäure oder Nitroglycerin aufgeführt war (Wegmann, 1934). Diese Liste wurde 1916 erweitert, wobei aber Milzbrand (zusammen mit Pocken und Rotz) gestrichen wurde (Zollinger, 1930).

Neben dem direkten Zusammenhang mit industriellen Aktivitäten wurde vermutet, dass das Vorkommen von Milzbrand mit spezifischen klimatischen Bedingungen zusammenhängt, da Fälle von Erkrankungen stets nach langen Regenperioden oder Überschwemmungen auftraten (Zepezauer, 1980; Schiess, 1997; Pepper und Gentry, 2002). Andere historische Quellen schreiben das Auftreten von Tier-Milzbrand hohen Temperaturen zu. So wird über einen Ausbruch im Jahre 1821 im Kanton St. Gallen berichtet, der «anfangs Brachmonath» [Juni] begann und «im Heumonath [Juli] endigte», verursacht «durch die grosse Hitze dieses Sommers» (Witta, 1926). Ebenso trat Milzbrand im September 1822 in den Kantonen Schwyz und Zug auf. «Als die Ursache hiervon wurde die grosse Hitze des Sommers angegeben» (Rickenbach und Schlumpf, 1826).

Des Weiteren wurden Wasenplätze als mögliche Infektionsquellen identifiziert (Zepezauer, 1980; Schiess, 1997). Wasenplätze (von Wasen: feuchter Rasen) sind ausgesonderte Standorte, wo Tierkadaver entsorgt bzw. vergraben werden. Daneben kam es auch zur „Entsorgung“ von Tierkadavern in Sümpfen. Der Wortstamm „Cheib“ (berndeutsch für „Aas“ oder alemannisch für „Tiere, die vergraben wurden“) deutet auf solche Lokalitäten hin. Während des Ersten Weltkriegs wurden weniger Tierkadaver im Boden verscharrt als früher; gleichzeitig nahm die Zahl der Milzbrandfälle in Europa stark ab (Standfuss, 1958).

In der Schweiz traten die ersten dokumentierten Milzbrandfälle bei Tieren zwischen 1818 und 1820 auf dem Bauernhof Schwängi bei Langenbruck (BL) auf (Sackmann, 1994). Der letzte grosse Ausbruch ereignete sich 1985 im Kanton Graubünden, wo elf Kühe

und Rinder sowie zwei Ziegen starben (Kuoni und Zindel, 1986). Seit 1997 sind in der Schweiz keine weiteren Fälle von Milzbrand aufgetreten (Missura, 2001; Bundesamt für Veterinärwesen, 1900–2005).

Material und Methoden

Basierend auf den kantonalen Aufzeichnungen (Tierseuchenregister) von 1878 bis 1919 umfassen die Untersuchungen nur Milzbrandfälle bei Tieren im Kanton Zürich. Eine Erweiterung der handschriftlichen Aufzeichnungen erfolgte durch die Statistik des Bundesamtes für Veterinärwesen bis ins Jahr 2005. Die historischen Daten von 1878 bis 1919 wurden mit damaligen industriellen Aktivitäten, die vermutlich mit Milzbrand in Verbindung standen (Gerben, Woll- oder Rosshaarverarbeitung), verglichen, um einen allfälligen Zusammenhang zwischen Gewerbe und dem Auftreten von Milzbrand aufzuzeigen. Alle Daten wurden meteorologischen Daten (Niederschlag, Temperatur) für diese Zeitspanne bis zum Auftreten des letzten Falles (1969) gegenübergestellt, um Verbindungen zwischen Witterungsverhältnissen und dem Auftreten von Milzbrand zu erkennen. Uns sind keine Arbeiten bekannt, welche diese Zusammenhänge statistisch untersucht haben.

Die Verfügbarkeit dieser Daten ist aussergewöhnlich, da die Aufbewahrungspflicht für solche Akten offiziell nur 10 Jahre beträgt. Die einzelnen Fälle wurden nach politischen Gemeinden analysiert und ausgewertet. Nachfolgend wird ein Fall als ein Ausbruch an einem Ort zu einer bestimmten Zeit definiert, wobei jeweils pro Fall ein oder mehrere Tiere betroffen sein konnten. Total gibt es im Kanton Zürich 171 politische Gemeinden, zusammengefasst in 12 Bezirke, auf einer Fläche von 1729 km². Angaben zu relevanten früheren industriellen Aktivitäten in allen Gemeinden (namentlich das Vorhandensein von Schlachthäusern, Gerbereien, fellverarbeitenden Betrieben, Webereien und Spinnereien) sind dem Handelsregister des Kantons Zürich entnommen und decken die Periode von 1842 bis 1870 ab. Wo nötig, wurden zusätzliche Informationen von den Gemeindeverwaltungen bezogen. Die meteorologischen Daten für den Zeitraum von 1878 bis zum Auftreten des letzten Falles im Jahr 1969 (monatliche Durchschnittstemperatur, monatliche Gesamtniederschlagsmenge im Kanton Zürich) wurden von MeteoSchweiz zur Verfügung gestellt (Begert et al., 2005). Statistische Analysen wurden mit dem Open Source Software Package R (R Development Core Team, 2004) durchgeführt. Die Anzahl Milzbrandfälle bei Tieren wurde als Funktion der Anzahl Gerbereien, wollverarbeitender Betriebe und rosshaarverarbeitender Betriebe analysiert. Die Signifikanz wurde mittels Devianzanalyse mit dem Chi-Quadrat-Test untersucht.

Ergebnisse

Zwischen 1878 und 2005 wurden im Kantonalen Tierseuchenregister insgesamt 830 Milzbrandfälle bei Tieren verzeichnet, wobei 1894 die maximale Anzahl Fälle (45) registriert wurde (Abb. 1). Bei den meisten der 830 Fälle handelte es sich um Rinder (91.8%), während nur 8 Ziegen (1.0%), 39 Schweine (4.6%) und 22 Pferde (2.6%) betroffen waren. Die Zahl der dokumentierten Fälle nahm zwischen 1880 und 1894 kontinuierlich zu und ging danach abgesehen von zwei weiteren Höchstwerten in den Jahren 1902 (30 Fälle) und 1907 (29 Fälle) wieder zurück. Während der im Rahmen dieser Studie untersuchten Zeitdauer von 127 Jahren wurde in 140 von den 171 Gemeinden im Kanton Zürich mindestens ein Fall von Milzbrand bei Tieren festgestellt (Abb. 2). In 56% der Gemeinden traten in diesem Zeitraum nur wenige Fälle auf (1 bis 5). In 13% der Gemeinden waren 6 bis 10 Fälle zu verzeichnen, in 9% 11 bis 20. Nur in 6 Gemeinden (4%) wurden mehr als 20 Fälle verzeichnet. In 18% der politischen Gemeinden ereigneten sich keine Milzbrandfälle.

Für die Untersuchung relevanter industrieller Aktivitäten, d.h. Gewerbe, die potenziell kontaminiertes Material wie Häute, Felle, Wolle, Haar, Fleisch oder Knochenmehl verarbeiteten, wurden aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit von Daten nur die historischen Fälle bis 1919 miteinbezogen. Es zeigte sich, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Milzbrand in einer Gemeinde und dem Vorhandensein bestimmter lokaler Betriebe besteht (Tab. 1). Der Einfluss von wollverarbeitenden Betrieben ($P = 0.004$) und Gerbereien ($P = 0.032$) erwies sich als erheblich, während roshaarverarbeitende Betriebe keinen Einfluss hatten ($P = 0.914$). In den Gemeinden mit der grössten Anzahl Fälle waren Gerbereien und/oder woll- und/oder roshaarverarbeitende

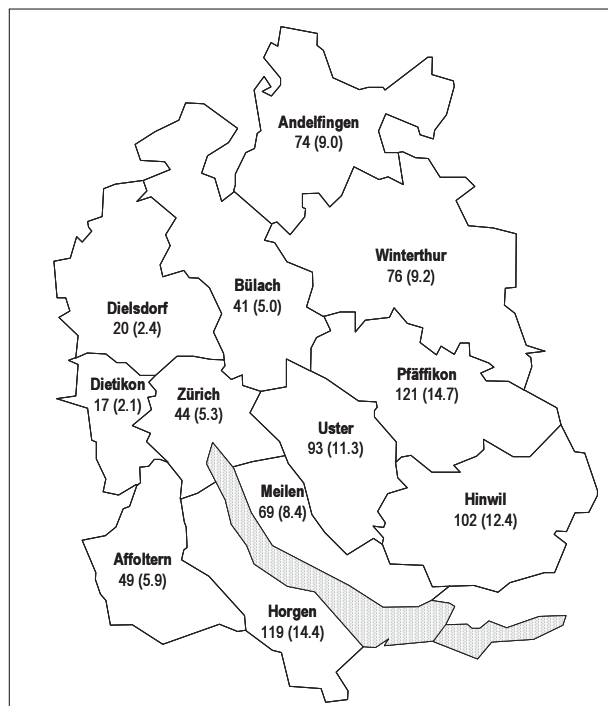


Abbildung 2: Fälle von Tier-Milzbrand in den 171 Gemeinden des Kantons Zürich zwischen 1878 und 2005 aufgeführt pro Bezirk als absolute Zahl und in Prozent (in Klammer).

Tab. 1. Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Tier-Milzbrand zwischen 1878 und 1919 in politischen Gemeinden des Kantons Zürich und lokalen relevanten Gewerbebetrieben. Die Signifikanz wurde mittels Devianzanalyse (Chi-Quadrat-Test) untersucht.

	Freiheitsgrad	Devianz	P(> Chi)
Gerberei	1	4.583	0.032
Wollverarbeitung	1	8.481	0.004
Rosshaarverarbeitung	1	0.012	0.914
Residuen	167	181.981	---

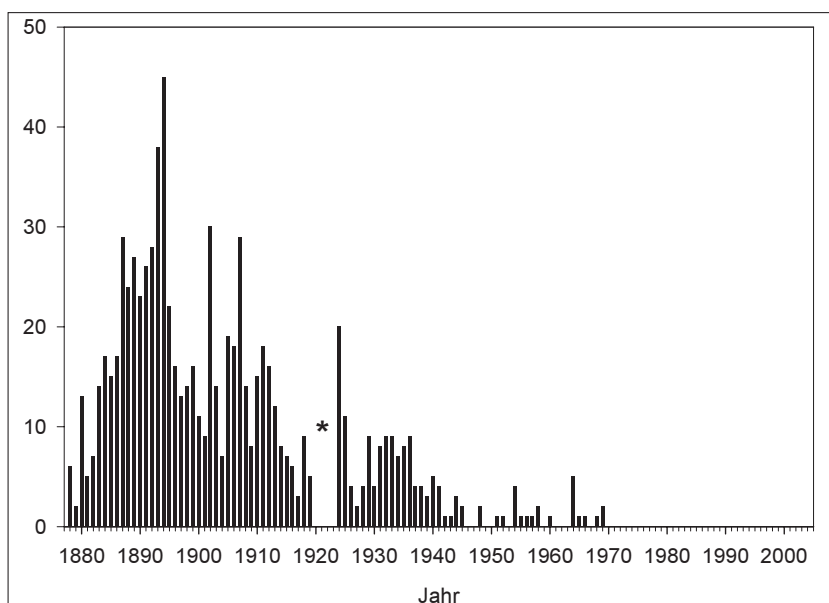


Abbildung 1: Jährliches Auftreten von Tier-Milzbrand im Kanton Zürich zwischen 1878 und 2005. Die Daten wurden dem kantonalen Tierseuchenregister und den Mitteilungen des Bundesamtes für Veterinärwesen entnommen. Für die Zeit von 1920 bis 1923 konnten keine Daten gefunden werden (*).

Betriebe ansässig. Die Fälle im Kanton Zürich zwischen 1878 und 1919 umfassen etwa 81% aller erfassten Fälle bis 2005.

Das Vorkommen von Milzbrand wurde mit meteorologischen Daten aus den Jahren zwischen 1878 und 1969, als der letzte Fall im Kanton auftrat, verglichen. Die Analyse ergab keinen Zusammenhang zwischen der Zahl der dokumentierten Milzbrandfälle und dem monatlichen Gesamtniederschlag oder der monatlichen Durchschnittstemperatur im Kanton Zürich (Abb. 3). Ein Vergleich des Auftretens von Milzbrand-erkrankungen mit dem Niederschlag, der jeweils einen Monat vor Krankheitsausbruch erfolgte, zeigte ebenso keinen statistischen Zusammenhang.

Diskussion

Historische Aufzeichnungen belegen, dass Milzbrand im Kanton Zürich weit verbreitet war, wobei im Jahr 1894 eine Höchstzahl von Fällen verzeichnet wurde, gefolgt von einem kontinuierlichen Rückgang. Die statistische Analyse zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Milzbrandfäl-

len und dem Vorhandensein von Gerbereien und wollverarbeitenden Betrieben. Eine Korrelation von rosshaarverarbeitenden Betrieben mit dem Vorkommen von Milzbrand war jedoch – auch im Widerspruch zu anderen Publikationen – nicht feststellbar. Silberschmidt (1896) wies auf den direkten Zusammenhang zwischen einer Rosshaarspinnerei und dem Auftreten von Milzbrand hin, hervorgerufen durch die Düngung einer dem Industriebetrieb benachbarten Wiese mit Abfällen sowie der Belastung der Weiden mit Stäuben aus dem Verarbeitungsprozess.

Ein möglicher Grund für den Rückgang von Milzbrandfällen bei Tieren in den industrialisierten Ländern dürfte das Verbot gewesen sein, infizierte Tierkadaver zu verscharren. Diese zuvor weit verbreitete Praxis stellte ein beträchtliches Risiko für die Verbreitung dar. Das vermehrte Auftreten von Milzbrand in Gemeinden mit wollverarbeitenden Betrieben und Gerbereien, wo Kadaver direkt verscharrt oder auf nahe gelegenen Deponien entsorgt wurden, könnten ein Indiz dafür sein (Schiess, 1997). In der «Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz betreffend die Bekämpfung von Tierseuchen» von 30. August 1920 wird festgehalten, dass die «Einscharrplätze während fünfzehn Jahren weder zum Futterbau noch als Weide benutzt werden dürfen». Da die Sporen von *B. anthracis* äusserst resistent sind, können diese über Jahre oder gar Jahrzehnte überleben und sporadisch Infektionen auslösen. Mehrere Studien legen dar, dass Infektionen oft nach grossen Regenfällen in der warmen Jahreszeit auftreten. Als Grund wurde vermutet, dass *Bacillus*-Sporen nach starken Niederschlägen aus dem Boden geschwemmt werden und sich in Senken ansammeln (Zepezauer, 1980; Lindeque und Turnbull, 1994; Pepper und Gentry, 2002). Im Gegensatz zu anderen Studien konnte aber in unserer Arbeit keine Korrelation zwischen der Zahl der Milzbrandfälle und den meteorologischen Daten, d.h. Niederschlagsmenge oder Durchschnittstemperatur, festgestellt werden.

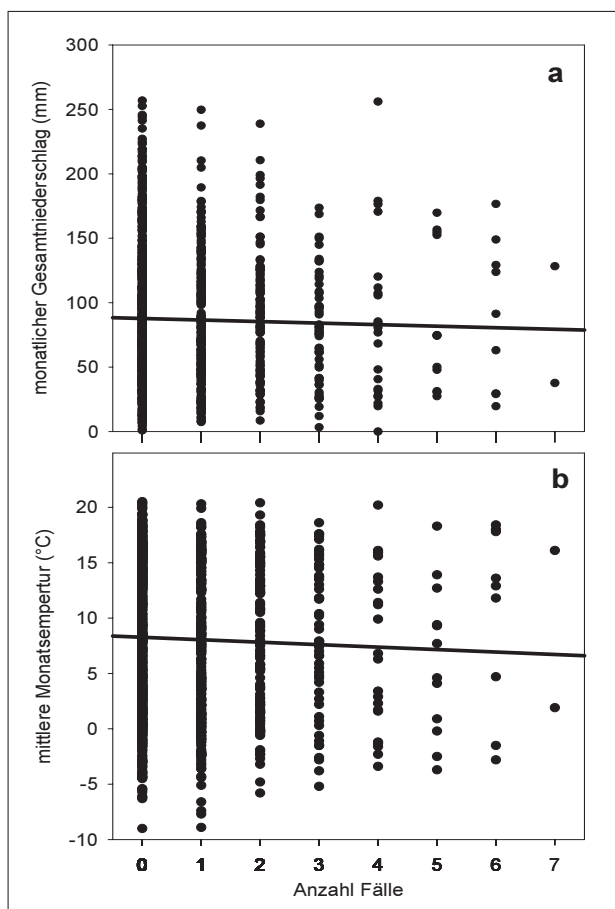


Abbildung 3: Korrelation des Auftretens von Tier-Milzbrand (total 830 Fälle) mit (a) dem monatlichen Gesamtniederschlag und (b) der mittleren Monatstemperatur im Kanton Zürich. a, $r^2=0.000833$; b, $r^2=0.001570$.

Dank

Unser spezieller Dank gilt den Studentinnen und Studenten des Studiengangs «Übersetzen» der Zürcher Hochschule Winterthur, welche im Rahmen einer Projektarbeit den Originaltext aus dem Englischen übersetzt haben. Die Arbeit wurde durch das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich unterstützt. Wir danken dem Veterinäramt des Kantons Zürich, welches uns Einsicht in das Tierseuchenregister gewährt hat. Ebenso danken wir dem Verband schweizerischer Gerbereien (VSG), dem Textilverband Schweiz (TVS), Bruno Aemissegger (Eskimo Textil AG), Ernst Nef, Romain Rueff und Hanspeter Zingg und der Firma Matousek, Baumann & Niggli AG für die Überlassung von relevanten Informationen.

Cas de charbon dans le canton de Zurich entre 1878 et 2005

On a analysé les mentions historiques de cas de charbon chez des animaux dans le canton de Zurich sur les territoires des communes politiques en examinant l'apparition, le nombre de cas, les espèces d'animaux atteintes et le nombre de communes touchées. Les données ont été corrélées aussi bien avec les activités industrielles (tanneries, traitement de laine et de crins)

dans les communes qu'avec les conditions météorologiques prévalentes. Durant la période examinée, 830 cas de charbon ont été rapportés chez des animaux dans 140 des 171 communes zurichoises ; il s'agissait principalement de bovins. L'apparition de ces cas était corrélée avec les activités industrielles dans les communes concernées. Un rapport positif entre l'apparition de cas de charbon dans une commune et la présence d'entreprise locale qui traitait du matériel potentiellement contaminé comme des peaux, fourrure, laine, poils, viandes ou farines d'os a pu être démontrée. L'influence des exploitations traitant de la laine ($P = 0,004$) et des tanneries ($P = 0,032$) s'est montrée importante alors que les exploitations traitant des crins n'avaient pas d'influence. Il n'y avait pas de rapport statistiquement significatif entre l'apparition de cas de charbon et les conditions météorologiques (précipitations, températures).

Casi di carbonchio tra il 1878 e il 2005 nel canton Zurigo

Le registrazioni storiche sui casi di carbonchio nel Canton Zurigo tra il 1878 e il 2005 in animali sono state analizzate in rapporto ai comuni politici. L'analisi ha preso in conto la comparsa e il numero di casi delle differenti specie di animali malati e il numero dei Comuni colpiti. I dati sono stati messi in relazione con l'attività industriale nei comuni (conciatura, lavorazione della lana e di crine) e con le condizioni meteorologiche prevalenti. Nel periodo preso in esame, in 140 dei 171 comuni zurighesi, sono stati registrati in totale 830 casi di carbonchio in animali (di maggioranza manzi). L'apparizione dei casi è stata correlata con le attività industriali nei rispettivi comuni. E' stata accertata la relazione tra l'apparizione di casi di carbonchio in un comune e la presenza di aziende locali che lavorano materiali potenzialmente contaminati quali pelli, pellicce, lana, peli, carne o farina ossea. Grande si è dimostrato l'influsso delle aziende che lavorano la lana ($P = 0.004$) e delle conciature ($P = 0.032$), mentre nessun'influenza è stata trovata per quelle che lavorano il crine. Tra l'apparizione di casi di carbonchio e le condizioni meteorologiche (piogge, temperatura) non sono state rilevate relazioni statistiche importanti.

Literatur

Begert M., Schlegel T., Kirchofer W.: Homogeneous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. *Int. J. Climatol.* 2005, 25: 65–80.

Bundesamt für Veterinärwesen: Mitteilungen / Bulletin. 1900–2005

Dragon D. C., Bader D. E., Mitchell J., Wollen N.: Natural dissemination of *Bacillus anthracis* spores in Northern Canada. *Appl. Environ. Microbiol.* 2005, 71: 1610–1615.

Dragon D. C., Rennie R. P.: The ecology of anthrax spores – Tough but not invincible. *Can. Vet. J.* 1995, 36: 295–301.

Felix F.: Beitrag zur Kasuistik und Therapie des Hautanthrax beim Menschen. Dissertation, Universität Zürich, 1905.

Gates C. C., Elkin B. T., Dragon D. C.: Investigation, control and epizootiology of anthrax in a geographically isolated, free-roaming bison population in Northern Canada. *Can. J. Vet. Res.* 1995, 59: 256–264.

Hugh-Jones M. E., de Vos V.: Anthrax and wildlife. *Rev. Sci. Tech. Int. Off. Epiz.* 2002, 21: 359–383.

Kuoni E., Zindel, W.: Milzbrand 1985 in Graubünden. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1986, 128: 261–267.

Lindeque P. M., Turnbull, P. C. B.: Ecology and epidemiology of anthrax in the Etosha National Park, Namibia. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 1994, 61: 71–83.

Missura M.: Milzbrand – viel Aufregung um eine alte Kulturkrankheit. *BVET Magazin* 2001, 6: 16–17.

Pepper I. L., Gentry T. J.: Incidence of *Bacillus anthracis* in soil. *Soil Sci.* 2002, 167: 627–635.

R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2004 (URL <http://www.R-project.org>; letztmals aufgerufen am 5. Juli 2006).

Rickenbach, Schlumpf: Milzbrand in den Kantonen Schwyz und Zug. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1826, 3: 441–448.

Sackmann W.: Anthrax in Switzerland during early 19th century. *Rev. Sci. Tech. Int. Off. Epiz.* 1994, 13: 537–543.

Schiess U.: Schutzmassnahmen beim Verdacht auf Milzbranderreger. *Tiefbau* 1997, 2: 81–82.

Smith I. M.: A brief review of anthrax in domestic animals. *Postgrad. Med. J.* 1973, 49: 571–572.

Silberschmidt W.: Rosshaarspinnerei und Milzbrandinfektion. Z. Hyg. Infektionskrankh. 1896, 21: 455–456

Standfuss R.: Der Milzbrand der Tiere im Hinblick auf den Milzbrand als Berufskrankheit des Menschen. Münchener med. Wochenschr. 1958, 100: 858–859.

Watson A., Keir D.: Information on which to base assessments of risk from environments contaminated with anthrax spores. Epidemiol. Infect. 1994, 113: 479–490.

Wegmann H.: Die fünfzigjährige Geschichte der Fabrikinspektion in der Schweiz. Int. Arch. Occup. Environ. Health 1934, 5: 401–423.

Witta J.: Beobachtung des Milzbrandes unter dem Rindviehe in der Gemeinde Gimmiswald, Kantons St. Gallen. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1826, 3: 414–417.

Zepezauer V., Bocklisch H.: Sporadische Milzbranderkrankungen bei Haustieren. Mh. Vet.-Med. 1980, 35: 220–220.

Zollinger F.: Die Stellung der Berufskrankheiten im Schweizerischen Unfallversicherungsgesetz. Int. Arch. Occup. Environ. Health 1930, 1: 330–347.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Helmut Brandl, Universität Zürich, Institut für Umweltwissenschaften, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, E-mail: hbrandl@uwinst.uzh.ch

Manuskripteingang: 20. März 2006

Angenommen: 27. November 2006