

Zustand, Hygienebeurteilung und Ableitung notwendiger Instandsetzungsmaßnahmen

Industriefußböden in der Lebensmittelproduktion

Frank Langer, Hamburg

Der Betreiber einer Fleischproduktionsanlage erteilte den Auftrag, eine Zustandsanalyse an dem 30 Jahre alten Industrieboden seiner Halle zum manuellen Ausschälen von Schweinefleischprodukten durchzuführen und eine Instandsetzungsplanung vorzunehmen. Anlass war die Sorge, dass die Gebrauchstauglichkeit des Bodens nicht mehr gegeben ist. Die Gebrauchstauglichkeit definiert sich in diesem speziellen Fall vorrangig als hygienische Eignung gemäß den Anforderungen des Gesetzgebers. Aber auch Rissbildungen, Widerstand gegen Abrieb im Produktionsbetrieb und Rutschsicherheit sollten in die Analyse einbezogen werden. Die Nutzungsdauer von 30 Jahren ließ den Auftraggeber befürchten, dass eine Ertüchtigung unumgänglich ist. Die Aufgabe erforderte über den üblichen bautechnischen Betrachtungsrahmen hinaus auch die Berücksichtigung mikrobiologischer Anforderungen in der Lebensmittelindustrie.

1 Einleitung

Die Vorgehensweise bei der Aufgabe lehnte sich grundsätzlich an die Regelungen in der Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungsrichtlinie) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton [1] an. Sie gliedert sich klassisch in folgende Punkte:

- Feststellung des Ist-Zustands der Konstruktion
- Erörterung des Soll-Zustands mit dem Bauherrn
- Ableitung der notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen.

Der letzte Punkt liegt immer in der Verantwortung des Bauherrn. Er ist „Herr des Verfahrens“ und allein seinen unternehmerischen Zielstellungen und Möglichkeiten ist die Entscheidung über den Umfang der Instandsetzungsmaßnahmen unterworfen. Bauordnungsrechtliche Zwänge kamen bei diesem Projekt nicht zum Tragen.

2 Ergebnisse

Die Untersuchungen am Industrieboden mit einer Fläche von 800 m² waren zum einen auf den bautechnischen und zum anderen auf den hygienisch-mikrobiologischen Zustand ausgerichtet und fanden im Rahmen eines umfangreichen Ortstermins statt.

2.1 Baulicher Zustand

Für die Untersuchung des Zustands eines Industriebodens werden üblicherweise Bohrkernentnahmen. Dies war hier aus betrieblichen Gründen nicht möglich. Die Druckfestigkeiten sollten zerstörungsfrei abgeschätzt und Schäden kartiert werden. Vorrangig aber sollten die Reinigungsfähigkeit des Bodens – wichtig für die Sicherstellung der hygienischen Anforderungen – und die vorhandene Rutschsicherheit beurteilt werden.

2.1.1 Spezifikation des Industriebodens

Zum Zeitpunkt des Ortstermins war der Boden nahezu auf den Tag genau 30 Jahre unter gleichen Bedingungen in Benutzung (Bild 1). Es handelt sich um einen Industrieboden der Marke Kieserling®Spezial. Bei diesem System wird nach Herstellung der tragenden Betonplatte eine monolithische Nutzschiicht auf Zementbasis in einer Dicke von ca. 30 mm mit der Körnung 5/8 aufgetragen. Der Wasserzementwert lag deutlich unter 0,5 und stellte eine Betonfestigkeitsklasse entspre-

chend C40/50 sicher. Da die verwendete Gesteinskörnung ein Gemisch von Quarz und Granitsplitt enthält, zeigt der Boden die markante Pfeffer-Salz-Optik (Bilder 2 und 3), die für diese Böden in der Branche bekannt ist. Zeit- und temperaturabhängig wurde die erstarrte Oberfläche aufgeraut und so die erforderliche Rutschsicherheit und Verdrängungsraum (Hohlraum zwischen Schuhsohle und Boden) geschaffen (Bild 3). Dieser Boden ist grundsätzlich dampfdiffusionsoffen und im Sinne der DIN 1045-2 wasserundurchlässig.

Der Autor

Dr.-Ing. Frank Langer studierte an der Hochschule für Architektur und Bauwesen in Weimar und promovierte 1983 an der Technischen Hochschule Wismar mit einem Thema zur Modellierung der Betonverdichtung. Anschließend war er in der Baustoffforschung am Forschungszentrum für Landwirtschaftsbau, Wismar, und dem Readymix Institut für Baustoffe, Ratingen, tätig. Von 1996 bis 2007 hatte er verschiedene Führungspositionen bei einem weltweit tätigen Baustoffkonzern inne. Anfang 2008 gründete er ein eigenes Ingenieurbüro und arbeitet als öbuv Sachverständiger für Betontechnologie und Estrich. Er ist Mitglied im Kompetenzzentrum Bau Mecklenburg-Vorpommern und Vorstandsmitglied im Betonerhaltung Nord e.V. Er vertritt das Bundesfachreferat Ingenieure beim Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure (BDB) und leitet die Regionalgruppe Hamburg des Verbands Deutscher Betoningenieure (VDB) in Hamburg.



Bild 1: Halle zum manuellen Ausschälen von Schweinefleischprodukten



Bild 2: Die systemtypische Pfeffer-Salz-Optik des hier vorgefundenen Industriebodens



Bild 3: Oberflächentextur durch Aufrauen

2.1.2 Allgemeine Beschaffenheit

Das optische Erscheinungsbild des Industriebodens differierte je nach Hallenbereich infolge der unterschiedlichen Beanspruchung. Dort, wo Rollwagen und Mitarbeiter den Boden stark mechanisch beanspruchten, war die Zementsteinmatrix heller und zeigte die oben beschriebene typische Pfeffer-Salz-Optik. Weniger stark beanspruchte Flächen waren eher durch eine zementgraue Matrix gekennzeichnet. Durchweg konnte der Boden als intakt bezeichnet werden.

2.1.3 Druckfestigkeit

Die erste und wichtigste Eigenschaft des Betons, seine Druckfestigkeit, war bei dieser Zustandsanalyse sekundär. Trotzdem wurden stichprobenartig Rückprallhammerprüfungen ausgeführt. Dabei konnte nicht gemäß DIN EN 12504-2 vorgegangen werden, da die ausgeprägte Rauigkeit kaum zuverlässige Prüflflächen anbot, die nicht durch Gesteinskörnung dominiert waren. Die Prüfungen ergaben, dass die Betondruckfestigkeit bzw. die Festigkeit der monolithischen Nutzschrift mittlerweile eher der Klasse C50/60 zugeordnet werden kann.

2.1.4 Carbonatisierungstiefe

Eine abschließende Aussage zur Betondruckfestigkeit darf stets erst nach einer Beurteilung der Carbonatisierungstiefe erfolgen. Das Risiko, eine hohe Betondruckfestigkeit auszuweisen, die allein durch eine carbonatisierte Schicht verursacht wird, muss ausgeschlossen werden. Vom Industrieboden wurden mittels eines Hammers Abschlüge gewonnen und die Carbonatisierungstiefe in klassischer Methode mittels Phenolphthalein-Test nachgewiesen (Bild 4). Die Carbonatisierungstiefe betrug bei allen Prüfungen lediglich 0 mm bis 1 mm.

2.1.5 Rutschsicherheit

Die wichtige Eigenschaft „Rutschsicherheit“ sollte zumindest über die Betrachtung der Rauigkeit eine korrespondierende Bewertung erfahren. Dazu wäre eigentlich die Sandfleckmethode eine geeignete quantifizierende Prüfmethode (DIN EN 13036-1). Dabei werden 14 g Normsand auf die zu prüfende



Bild 4: Probenahme für den Phenolphthalein-Test bzw. für die Suche nach Keimen an einem Oberflächendefekt im Fugenkreuz

Oberfläche geschüttet und zu einer Kreisfläche fein verteilt. Aus dem Durchmesser des Kreises und dem Sandvolumen lässt sich die Rautiefe ermitteln. Allein aufgrund des ständig nassen Bodens war dieses Verfahren hier aber nicht sinnvoll anwendbar.

Stattdessen musste eine qualitative Bewertung vor Ort erfolgen, die zweifelsfrei eine hohe Rutschsicherheit entsprechend dem Rutschsicherheitswert R13 attestiert. Diese ist allein der durchgängig intakten Oberflächentextur zu verdanken, die mit einem Größtkorn von 8 mm einen Verdrängungsraum entsprechend der Gruppen von V8 bis V10 ermöglicht. Der V-Wert gibt an, welche Flüssigkeitsmenge gemessen in cm³ der Verdrängungsraum des Bodens auf einem dm² mindestens aufnehmen kann.

2.1.6 Schäden an der Oberfläche

Die aufgenommenen Schäden waren marginal und lagen ausschließlich in Form von kleinen Kantenabrüchen an Fugen und Fugenkreuzen vor, wie beispielhaft in Bild 4 gezeigt. Die Fläche zeigte keine Risse. Ebenso konnten mittels Klangprobe keine Hohllagen entdeckt werden.

2.2 Mikrobiologische Keimbelastung

Die besondere Herausforderung der Bauzustandsanalyse bestand nicht zuletzt in der Auseinandersetzung mit den Grundlagen der

Mikrobiologie und ihren Untersuchungs- und Bewertungsmethoden.

Im Zuge der normalen betrieblichen Abläufe werden die gesamte Produktionsstätte, alle Maschinen, Geräte, Werkzeuge und Arbeitsflächen nach jeder Schicht intensiv gereinigt. Dabei wird auch der Boden der Produktionshalle mit Hochdruck, Heißwasser und Reinigungsmittel gereinigt (Bild 5). Aus diesem Grund wurden die Probenahmen vor und nach der Reinigung an fünf willkürlich ausgewählten Stellen des Bodens vorgenommen.

2.2.1 Gesamtkeimzahl (GKZ)

Die Gesamtkeimzahl ist in der Trinkwasserverordnung z.B. für die mikrobiologischen Untersuchung von Trinkwasser geregelt und gibt an, wie viele Mikroorganismenkolonien sich auf einem normierten Nährboden im Verlauf von 48 Stunden bei einer geregelten Bebrütungstemperatur von 22 °C bzw. 37 °C bilden, wenn man 1 ml Wasserprobe auf oder in dem Nährboden verteilt. In diesem Parameter sind alle mikrobiologischen Lebensformen enthalten. Von Pilzen und Hefen bis zu Bakterien jeder Art. Dieser Sammelbegriff ist in der Bewertung praktikabel, sagt aber



Bild 5: Intensive Reinigung der Produktionshalle mit Hochdruck, Heißwasser und Reinigungsmittel

nichts über eine Gefährdung des Menschen bei Kontakt aus.

Die Feststellung der Gesamtkeimzahl auf den hier zu untersuchenden Bodenflächen konnte mittels Abklatschproben vorgenommen werden. Die Probenehmer Envirocheck® Contact E der Fa. Merck waren einfach zu handhaben. Sie waren einseitig mit einem weichen Nährboden bedeckt, welcher auf die zu untersuchende Fläche aufgedrückt wurde. Danach wurden die Probenehmer verschlossen und bis zur Untersuchung gekühlt aufbewahrt. Im mikrobiologischen Fachlabor wurden die Probenträger definiert bebrütet, um den vorhandenen Keimen Gelegenheit zur Entwicklung zu geben. Diese wird in KBE/cm², d.h. kolonienbildenden Einheiten pro cm², angegeben und ist das Maß für die nach der Bebrütung festgestellte Existenz und ggf. Vermehrung der Keime.

Die fünf für die Probenahme willkürlich gewählten Stellen lagen in unmittelbarer Nähe zur Produktion. Die Gesamtkeimzahl betrug zum Schichtende vor der Reinigung im Mittel 29 KBE/cm² und nach der Reinigung 21 KBE/cm².

2.2.2 Enterobacteriaceae

Während die Gesamtkeimzahl ein eher unspezifischer Summenparameter ist, ist die Existenz von Bakterien der Familie Enterobacteriaceae eine definitive Belastung der hygienischen Situation, da diese Keime Krankheiten verursachen können. In der Familie Enterobacteriaceae sind verschiedene Species wie *Escheria coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhomorium* und *Shigella sonnei* [2] zusammengefasst.

Die Probenahme und die anschließende Probenbehandlung entsprechen grundsätzlich denen zur Ermittlung der Gesamtkeimzahl, allein der Nährboden der Probenehmer ist auf die Enterobacteriaceae abgestimmt. Auf allen Prüfflächen (vgl. 2.2.1) wurden vor und nach der Reinigung keine Enterobacteriaceae festgestellt.

2.2.3 Salmonellen und *Listeria monocytogenes*

Diese Gruppe von Keimen bzw. Krankheitserregern ist landläufig bekannt. Sie stellen ein hohes hygienisches Risiko dar und sind in der Fleischwirtschaft nicht tolerierbar. Im Zuge des Ortstermins wurden die Proben nicht als Abklatschproben analog zu Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae genommen, sondern an Stellen des Bodens, die besonders kritisch erschienen. Diese Stellen wurden unter den im Absatz 2.1.6 benannten Oberflächendefekten des Bodens ausgewählt. Sie schienen als Probenahmeort für die Ansammlung gefährlicher Keime mit der Zeit besonders geeignet.

Die Probenahme erfolgte über Abschläge aus dem Beton bzw. der Fugenkanten (s. Bild 4). Die weitere Vorgehensweise entspricht nach der labortechnischen Aufbereitung der Proben im mikrobiologischen Fachlabor im Wesentlichen dem Procedere bei Abklatschproben. An den drei ausgewählten Stellen wurden vor der Reinigung kein *Listeria* und *Salmonellen* festgestellt. Damit wur-

de eine erneute Überprüfung nach der Reinigungsprozedur überflüssig.

3 Bewertung der Ergebnisse

3.1 Bauzustand

Entgegen der Befürchtungen des Betreibers der Produktionsstätte konnte in allen geprüften Parametern dem Industrieboden ein hervorragender Erhaltungszustand attestiert werden. Sowohl die mittlerweile hohe Druckfestigkeit der Industrieboden-Nutzschicht als auch der ausgezeichnete Erhaltungszustand der Oberflächentextur, welche die Rutschsicherheit garantiert, geben keinen Anlass für größere Instandsetzungsaufwendungen. Die geringe Carbonatisierungstiefe ist eine Folge der ständig nassen Oberfläche. Sie ist aber auch eine Folge der intensiven Reinigungszyklen, die mit hochalkalischen Mitteln, z.B. ORBIN RT-P der Fa. BÜFA ausgeführt wird und das Alkalitätsdepot beständig auffüllt.

3.2 Hygienestatus

Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse zur mikrobiologischen Situation ist ohne Bezug zu Literatur, Grundlagen und Regelwerken nicht möglich. Die Besonderheit der Industriebodennutzung in der Lebensmittelherzeugung, hier Fleischwirtschaft, ist die regelmäßige Reinigung der Oberfläche in schnellen, meist schichtbedingten Zyklen. Damit werden die bekannten Eignungsnachweise [3] von Betonoberflächen im Kontakt mit Lebensmitteln, wie sie z.B. für Trinkwasserbehälter geführt werden [4–6], in ein anderes Licht gerückt. Außerdem muss hier festgestellt werden, dass im vorliegenden Nutzungsprofil des Industriebodens in der Fleischwirtschaft kein Kontakt von Lebensmitteln mit dem Boden zustande kommt. Hier sind Arbeits- und Hygienevorschriften zwingend einzuhalten. Das beginnt mit der Spezialkleidung der Mitarbeiter und den Reinigungsprozeduren vor Betreten der Produktionshalle und endet mit der Maßgabe, dass Fleisch, welches während der Verarbeitung auf den Boden fällt, grundsätzlich dort verbleibt, bis es bei der Bodenreinigung entsorgt wird. Allein ein Kontakt der Mitarbeiter mit dem Boden könnte eine Kontamination der Fleischwaren zur Folge haben. Die Angst der Produzenten und Betreiber vor einem hygienischen „Störfall“ ist groß. Nur alltäglich gelebte Qualitäts- und Hygienesicherungspläne garantieren Produktsicherheit.

Die Überwachung durch die Veterinäre bzw. Gesundheitsämter ist ein weiterer Baustein für die Sicherung der Hygiene in der Lebensmittelindustrie. Der Industrieboden findet in den einschlägigen Vorschriften für die Lebensmittelindustrie überhaupt keine Erwähnung. Das liegt zum einen daran, dass per se eine Produktkontamination vom Boden ausgehend sehr unwahrscheinlich ist und zum anderen die Geräte und Mitarbeiter mit direktem Zugang zum Produkt naturgemäß eine überragende Rolle im Risikomanagement spielen müssen. Der International Food Standard [7] erschöpft sich in folgenden Empfehlungen an den Industrieboden:

- 4.6.4.3.1: Die Bodenbeläge genügen den Produktionsanforderungen (z.B. mechanische Belastung; Reinigungsmittel, Temperatur).
- 4.6.4.3.2: Die Bodenbeläge sind in einwandfreiem Zustand und leicht zu reinigen und wo erforderlich zu desinfizieren. Sie sind wasserundurchlässig, wasserabstoßend und abriebfest.

Vergleichswerte, die auf Industrieböden ermittelt wurden und die hier ausgeführten Untersuchungen stützen oder relativieren, gibt es nicht. Hilfsweise kann auf die Verordnung Nr. 2073/2005 der Europäischen Kommission [8] zurückgegriffen werden. Hier werden Grenzwerte für Gesamtkeimzahlen GKZ direkt am Produkt – z.B. Schlachtkörper von Schweinen – angegeben. Als höchste Stufe der hygienischen Qualität, d.h. befriedigend, sollte die GKZ unter 10000 KBE/cm² liegen. Für Enterobacteriaceae liegt die Schwelle für „befriedigend“ unter 100 KBE/cm². Dagegen nehmen sich die hier ermittelten Prüfwerte vom Industrieboden aus Beton vergleichsweise gering aus.

Da auf der Industriebodenoberfläche naturgemäß keine Trennmittel Anwendung fanden [9], ist auch nicht mit Schimmelpilzentwicklung zu rechnen, wie sie eindrucksvoll an Trinkwasserbehältern nachgewiesen wurde [10]. Da dort keine Reinigung stattfinden kann, können sogar dauerhafte mikrobielle Beläge entstehen [9], die nur schwer vom Beton abzulösen sind. Bei dem untersuchten Industrieboden wird die Oberflächentextur nicht in Waschbetontechnologie hergestellt, was die Möglichkeit eines Nährbodens auf Basis von Phosphat oder Zucker aus den dabei verwendeten Verzögerern ebenfalls ausschließt.

Hygieneanforderungen in der Schweiz [11] geben für Schweinefleisch und die nicht zerstörende Probenahme mittels Nass-Trockentupfer-Methode 1000 KBE/cm² für die GKZ und 10 KBE/cm² für Enterobacteriaceae vor. In Österreich sind in den Kriterien für das AMA-Gütesiegel Frischfleisch [12] die Grenzwerte der EU-Verordnung identisch umgesetzt worden.

Auch im Vergleich mit diesen EU-konformen Höchstwerten in den europäischen Nachbarländern sind die am Industrieboden der untersuchten Produktionsstätte ermittelten Gesamtkeimzahlen als absolut unproblematisch zu bezeichnen.

Aus den Untersuchungen von Otten [13] wird deutlich, dass in der Fleischverarbeitung zahlreiche kritische Keimherde zu finden sind. Das reicht von der Hygiene der Mitarbeiter über die Kontamination der Werkzeuge bis zu den Arbeitsflächen. Der Fußboden steht dem gegenüber als Überlebensraum und Übertragungsort von Bakterien kaum zur Diskussion [14]. Kein Umgebungsmerkmal ist weiter von der Produktion und den Produkten entfernt als der Betonboden.

Die festgestellte Abwesenheit von Enterobacteriaceae, *Listerien* und *Salmonellen* auf der Betonbodenfläche unterstützt die Feststellung, dass der untersuchte Industrieboden aus Beton in der hygienischen Beurteilung allen Anforderungen genügt, nachdrücklich.

3.3 Bewertung

Auch wenn der bautechnische Zustand losgelöst von dem hygienischen Zustand erscheint, so muss eindeutig festgestellt werden, dass sich beide gegenseitig beeinflussen. Jeder Betonboden besitzt naturgemäße eine gewisse Kapillarität. Diese durchsetzt auch die Oberfläche und stellt die Diffusionsoffenheit sicher. Die Kapillaren sind mikroskopisch klein und, wie aus der Betontechnologie bekannt, eine Folge des Überschusswassers bei der Betonherstellung. Der vorgefundene Beton erfüllt aufgrund seiner Herstellung die Anforderung an Wasserundurchlässigkeit und zeigt eine sehr dichte Oberfläche. Die herstellungsbedingte Entfernung der obersten Zementleimschicht im jungen Alter ist auch die Garantie zur Erzielung einer hervorragenden Dauerhaftigkeit.

Die relativ dichte Oberfläche nimmt kapillar hochalkalische Reinigungsmittel und Tenside auf und bildet ein Reservoir, welches auch zwischen den Reinigungszyklen eine mikrobiologische Besiedlung erschwert. Die eigene, naturgemäße Alkalität des Betons macht die Betonoberfläche ohnehin für viele Bakterien zu keinem bevorzugten Habitat. Selbst die alkaliphilen Bakterienarten finden grundsätzlich oberhalb von pH 11 keine geeigneten Lebensbedingungen mehr vor [2].

Bemühungen früherer Jahre, Beton z.B. für die Tierhaltung bakterizid auszustatten [16], erscheinen unnötig, da nach den Erkenntnissen aus diesem Projekt den hier vorgefundenen monolithischen Nutzsichten eine gewisse „Selbst-Desinfektion“ unterstellt

werden kann. Der Einsatz von Hochdruckreinigern und Heißwasser schadet offensichtlich auch über 30 Jahre der Qualität der Betonoberfläche nicht.

4 Zusammenfassung

Nachdem der Istzustand der Industriebodenfläche bautechnisch und hygienisch aufgenommen wurde, wurden die Ergebnisse mit den Anforderungen des Bauherrn abgeglichen. Seine Befürchtungen, die nahezu ausschließlich aus dem Alter des Industriebodens resultierten, konnten ausgeräumt werden. Die festgestellte, weitgehende Übereinstimmung von Soll- und Istzustand stellte das Vertrauen in die bautechnische und hygienische Eignung des Industriebodens aus Beton wieder her. Die erheblichen finanziellen Aufwendungen für eine grundlegende Instandsetzung erübrigten sich.

Es verbleiben einige kleinere Instandsetzungsmaßnahmen an den wenigen schadhafte Stellen. Diese werden von dem Unternehmen ausgeführt, das den Betonfußboden vor 30 Jahren hergestellt hatte. Damit ist auch eine weitgehend materialkompatible Ausbesserung mit dem vorhandenen Know-how sichergestellt.

In das Qualitätsmanagement des Betreiberunternehmens wurde ein Monitoring des Industriebodens analog der dargestellten Vorgehensweise aufgenommen.

Literatur

- [1] DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungsrichtlinie) Ausgabe Oktober 2001, Beuth-Verlag, Berlin 2001

- [2] Fuchs, G. (Hrsg.): Allgemeine Mikrobiologie. 8. Auflage. Verlag Thieme, Stuttgart 2006
- [3] Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung. DVGW-Arbeitsblatt W 270 (A): 1999-11
- [4] Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereiche – Prüfung und Bewertung. DVGW-Arbeitsblatt W 347 (A): 2006-05
- [5] Frenz, P.: Hygienische Anforderungen an Ortbeton für Trinkwasserspeicher. Energie I Wasser – Praxis 6/2009
- [6] Breit, W.; Spanka, G.: Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe. bbr Fachmagazin für Brunnen und Leitungsbau (2007) H. 5
- [7] International Food Standard (IFS), Version 5, August 2007
- [8] Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission v. 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel
- [9] Herb, S.; Schoenen, D.; Flemming, H.-C.: Zur Verwendung biologisch abbaubarer Trennmittel im Trinkwasserbehälterbau. Wasser-Abwasser 140 (1999) H. 2
- [10] Franke, P.: Mikroorganismen an Betonoberflächen. LGA-Rundschau 93-3
- [11] Anleitung zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben. Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Veterinärwesen, Bern 2008
- [12] Mikrobiologische Anforderungen AMA-Gütesiegel Frischfleisch. Merkblatt Mikrobiologie, Agrarmarkt Austria 2007
- [13] Otten, K.: Praktische Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG zur Hygienekontrolle in einem mittelständischen Direktvermarkterbetrieb. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen 2005
- [14] Kramer, A.; Schwebke, I.; Kampf, G.: Wie lange können Erreger nosokomialer Infektionen auf unbelebten Oberflächen persistieren? BMC Infectious Diseases 2006
- [15] Allgemeine Rundschreiben Straßenbau ARS Nr. 5 und Nr. 1 4 (2006) des BMVBS
- [16] Shypnova, L.G.; Ivaskevich I.A.: Bactericidal Concrete. Beton i Zhelezobeton, 1985 H. 8