

Tourismus rund um Suckwitz - Touristische Ziele im Nahbereich

03.01.2013

	Freizeiteinrichtungen			10 km	20 km	mehr
1	Dammerower Werder mit dem Wisentpark	Bewegung an der frischen Luft	Dammerow		x	
2	Draisinenbahn nach Krakow	Fortbewegung	Goldberg	x		
3	Barfußpfad in Reimershagen	Bewegung an der frischen Luft	Reimershagen	unter		
4	Affenwald/Sommerrodelbahn Malchow	Freizeit an der frischen Luft	Malchow		x	
5	Europäischer Ferwanderweg E10	Bewegung an der frischen Luft		unter		
6	Fernradweg Berlin - Kopenhagen	Bewegung an der frischen Luft		unter		
7	Radwege	Tagestouren an der frischen Luft		unter		
8	Wanderwege	Tagestouren an der frischen Luft		unter		
9	Badeseee	Freizeit an der frischen Luft	Kleesten	unter		
10	Badeseee/Sportanlagen	Freizeit an der frischen Luft	Reimershagen	unter		
11	Badeseen	Freizeit an der frischen Luft	Krakow	x		
12	Badeseee	Freizeit an der frischen Luft	Garden	x		
13	Badeseee	Freizeit an der frischen Luft	Lohmen			
14	Archäologischer Lehrpfad	Freizeit an der frischen Luft	Lohmen	unter		
15	Rundweg um den Garder See	Bewegung an der frischen Luft	Garden	x		
16	Gestüt Ganschow	Reiten an der frischen Luft	Ganschow	unter		
17	Schiffahrt /Floßfahrt	Freizeit an der frischen Luft	Krakow	x		
18	Kanutouren	Bewegung an der frischen Luft	Krakow			
19	Kanutouren	Bewegung an der frischen Luft	ab Dobbertin	x		
20	Kanutouren	Bewegung an der frischen Luft	ab Garden			
21	Hallenbad/ Wellness/Veranstaltungen	Bewegung/Erholung	Linstow		x	
22	Oase	Bewegung/Erholung	Güstrow		x	
23	Kino/Theater	Unterhaltung	Güstrow		x	
<b>Kulturhistorische bedeutsame Gebäude/Funde/Bodendenkmäler</b>						
24	Großsteingrab		Reimershagen	x		
25	Kirche + Steintanz von Bellin	Gebäude	Bellin	x		
26	historische Wassermühle Kuchelmiß	Gebäude	Kuchelmiß	x		
27	Felsenkirche	Kirch Kogel	Kich Kogel	x		
28	Burg Schiltz	Gebäude	Hohen Demzin			
29	Schloss Ulrichshusen	Gebäude	Schwinkendorf			
30	Kiche Ahrenshagen	Gebäude	Ahrenshagen	x		
31	Feldsteinkirche	Gebäude	Lohmen			
32	Gutshaus, etc	Gebäude	Alt Sammit	unter		
33	alte Synagoge/Buchdruckmuseum	Gebäude	Krakow			
34	Aussichtsturm am Jörnberg	Gebäude	Krakow		x	
35	Kunstmühle	Gebäude	Schwaan			x
36	Stadt (Stadtführung)		Güstrow		x	
37	Schloss Güstrow	Gebäude	Güstrow			
38	Kirche und Klosteranlage	Gebäude	Dobbertin	x		
39	Slawensiedlung		Groß Raden			x
40	Stadt Sternberg	Kirche und Altstadt	Sternberg			
<b>Naturparke + Naturschutzgebiete</b>						
41	Infostation NSG Breesener See	Naturbeobachtung	Klein Breesen	unter		
42	Naturpark Nossentiner/Schwinzer Heide + Übergang zum Müritznationalpark			unter		
43	Naturpark Sternberger Seenland	Naturpark	Lohmen	x		
44	Natur- und Umweltpark	Naturpark	Güstrow		x	
45	Warnow Durchbruchtal		Kläden		x	
46	Naturpark Sternberger Seenland	Naturpark			x	
47	mecklenburgische Schweiz	Naturpark			x	
48	Kraker Obersee	Naturpark			x	
49	Nebeldurchbruchstal	Naturpark			x	
50	Plauer Nordufer	Naturpark			x	
<b>weitere touristische Ziele</b>						
51	Fischräucherei		Neu Schwinz	x		
52	Fischereihof		Lohmen	x		
53	Naturmuseum		Goldberg	x		
54	Dorf Museum		Lohmen	x		
55	Creperie		Reimershagen	unter		
56	Einkaufen/ Restaurant/ Cafe		Krakow	x		
57	Einkaufen/ Restaurant/ Cafe		Goldberg	x		
58	Einkaufen/ Restaurant/ Cafe		Dobbertin	x		
59	Einkaufen/ Restaurant/ Cafe		Güstrow		x	
60	Miniaturstadt		Bützow			x

Stadt -> Sehenswürdigkeiten und Altstadt

## Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung

### Ländlicher Tourismus

Prof. Dr. Thomas Bausch,  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften München,  
Fakultät für Tourismus

#### 1. Thematische Abgrenzung „Ländlicher Tourismus“

Die nachfolgende Stellungnahme grenzt Tourismus im Sinne der UNWTO Definition auf Grundlage des Übernachtungstatbestandes unabhängig von Zweck und Ziel einer Reise ab (UN (2010), S. 9ff.). Dem entsprechend wird der Bereich der Ausflügler (excursionists), der insbesondere auch die Naherholer mit Tagesausflügen aus Ballungsräumen in die angrenzenden ländlichen Räume beinhaltet, nicht ausführlich diskutiert. Da sich der ländliche Raum zudem nur sehr eingeschränkt für die klassischen Themenfelder des Geschäftsreisetourismus aus dem MICE Sektor (Meetings, Incentives, Conventions und Events) eignet, werden nachfolgend an erster Stelle Urlaubsreisen (4 und mehr Übernachtungen) und Kurzreisen (1-3 Übernachtungen) betrachtet.

Komplexer erweist sich die Frage der Abgrenzung der Begriffsdefinition des „Ländlichen Tourismus“. Wenngleich es zunächst anschaulich einfach erscheint, darunter Tourismus in ländlichen Räumen zu verstehen, erweist sich bereits die Abgrenzung des Begriffs des „ländlichen Raumes“ als komplexer. Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung typisiert die Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland anhand zweier räumlicher Basisstrukturierungsmerkmale (BBSR (2010)):

- der Besiedelung durch Unterscheidung zwischen überwiegend städtisch und ländlich geprägten Gebieten, klassifiziert nach Bevölkerungsdichte und Siedlungsflächenanteil (lokale/kleinräumige Maßstabsebene)
- der Lage, d.h. Unterscheidung zwischen zentral und peripher gelegenen Räumen, klassifiziert nach potenziell erreichbarer Tagesbevölkerung; (regionale/großräumige Maßstabsebene)

Daraus werden letztlich 12 Raumtypen abgeleitet, die sich nach vier Stufen der Zentralität (sehr zentral, zentral, teilweise peripher, peripher) und nach drei Stufen der Besiedelung (städtisch, teilweise städtisch und ländlich) unterscheiden. Das BBSR ermittelt somit für die Bundesrepublik Deutschland die folgenden Typen „ländlicher Räume“:

Siedlungsstrukturelle Prägung	Lagetyp	Fläche	Bevölkerung	Beschäftigte
ländlich	sehr peripher	17,5%	3,2%	1,9%
	peripher	31,9%	9,9%	6,0%
	zentral	10,6%	4,5%	2,5%
	sehr zentral	0,7%	0,4%	0,2%
	insgesamt	60,6%	18,1%	10,6%

- Bio-Region mit einem definiert hohen Anteil von Bioprodukten in Hotellerie und Gastronomie
- E-Mobilitätsregion mit 100% regenerativem Strom
- Gentechnikfreie Lebensmittelregion

Alle diese Ansätze bieten einerseits ein hohes Chancenpotenzial, da wegen des überschaubaren Gästeaufkommens man schrittweise in die Themen hineinwachsen kann, andererseits können sie helfen, sich sehr schnell ein besonderes, einzigartiges Profil zu geben.

### **3. Verknüpfung von Landwirtschaft, Landschaftspflege und Tourismus**

Verschiedene Forschungsarbeiten (vgl. z.B. Zeitreihenuntersuchungen des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (ARE/BUWAL(2007)) der Schweiz) haben gezeigt, dass Menschen die Attraktivität einer Landschaft anhand der folgenden Elemente bewerten:

- Kleinstrukturen
- Wald
- Fließgewässer
- Stillgewässer und Feuchtgebiete
- Geländeformen extensiv genutzte oder brachgelegte Flächen
- Nutzungsmuster der Land- und Forstwirtschaft
- Verkehrsanlagen und Infrastruktur

Die höchste Bewertung erhalten Landschaften, die sich durch Kleinstrukturen (z.B. Weiler / Dörfer) und eine abwechslungsreiche Mischung von Elementen wie Wald, Fließgewässern und anderen Gewässern, Geländeformen (Hügel, Täler, Berge) sowie wechselnde Strukturen der Nutzungsmuster der Landwirtschaft (Grünlandwirtschaft, Ackerbau mit wechselnden Nutzpflanzen, Obstbau) wie auch der Forstwirtschaft (naturnahe Mischwälder) auszeichnen. Verkehrsanlagen und Infrastruktur mit linienhaftem Charakter führen ebenso zu Abwertungen wie großflächige Monostrukturen.

Landwirtschaftliche Nutzungsformen, die einerseits zur Offenhaltung der Landschaft und damit zur optischen Vielfalt beitragen und die andererseits selbst vielfältig sind, führen zu einer Steigerung der Bewertung der Landschaftsästhetik durch die Verbraucher. Der ländliche Tourismus kann hier gegenüber bereits durch touristische Intensivnutzung unwiederbringlich zerstörte Landschaften eine Stärke ausspielen. Gerade im Alpenraum (vgl. etwa Tiefenthaler, H. (2004)) wie auch an vielen Küsten der Tourismushochburgen haben massive Eingriffe zu einer Entwertung der ursprünglichen Qualitäten geführt.

In vielen Kulturlandschaftsräumen, die erst durch die menschliche Nutzung entstanden sind, ist eine kontinuierliche aber auch naturnahe extensive Bewirtschaftung ein wichtiges und unverzichtbares Instrument der Landschaftspflege. Umso wichtiger ist dann auch die faire Abgeltung der Landschaftspflegeleistungen durch die Landwirte. Ein vielfach propagiertes aber zugleich wegen der relativ geringen regionalen Nachfrage schwieriges Instrument ist hierfür die Regional- oder Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte über den Tourismus. Vor allem machen diese Ansätze dann große Probleme, wenn der Tourismus einer starken Saisonalität unterliegt,

während die landwirtschaftliche Produktion in einem anderen Zyklus (z.B. Erntezeiten nach der Hochsaison) oder kontinuierlich (z.B. Milch- und Fleischwirtschaft) verlaufen. Die größere Chance besteht darin, über den Tourismus einen ländlichen Raum und seine Produkte als besonders hochwertig bekannt zu machen und kontinuierliche Abnahmebeziehungen zwischen ländlichem Raum und den bevölkerungsreichen Metropolregionen und Ballungsräumen aufzubauen.

Eine sehr bedenkliche Entwicklung hinsichtlich der dargelegten Landschaftsästhetik stellt derzeit die massive Umstellung der landwirtschaftlichen Produktion weg von Lebensmitteln hin zu nachwachsenden Rohstoffen für die Energiewirtschaft dar. Es entstehen teils riesige monostrukturierte Flächen mit einer einzigen Energiepflanze (z.B. Raps, Mais, Sonnenblumen), die aus Sicht der potenziellen Gäste eine langweilige und oft auch olfaktorisch inakzeptable Kulisse bilden. Zudem fördert diese Entwicklung parallel den Verlust der Biodiversität, da Monostrukturen letztlich nur dauerhaft mit Hilfe des Einsatzes von Pestiziden und speziellen Herbiziden zu betreiben ist. Zudem gehen die Grundlagen für die regionale Küche aus regionalen Grundprodukten verloren. Ländliche Räume, die sich landwirtschaftlich ausschließlich der Energiewirtschaft verschreiben, sind daher touristisch nicht weiterentwickelbar. Ähnlich problematisch sind Massentierhaltungsanlagen in der offenen Landschaft einzustufen.

Über 25% der Fläche der Bundesrepublik Deutschland befinden sich in einem der 104 Naturparke, die touristisch vielfach dem ländlichen Raum im Sinn der oben getroffenen Definition zuzuordnen sind (VDN (2010)). Naturparke, die einen Pflege- und Entwicklungsplan als Managementinstrument besitzen sollten, können daher eine wichtige Rolle bei der Steuerung der Landschaftspflege übernehmen. Sie sind daher auch wichtige Moderatoren für eine nachhaltige Regionalentwicklung.

#### **4. Produktentwicklung und Qualitätssicherung**

Der ländliche Tourismus unterscheidet sich von anderen Tourismusformen nur wenig bezüglich Produktentwicklung und Qualitätssicherung: die Kenntnisse der Leistungsanbieter sind gering, das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Innovation und Qualitätsverbesserung noch geringer. Dies ist nicht darauf zurückzuführen, dass es am know-how zu diesen Themen fehlen würde oder diese völlig neu sind (vgl. etwa Pechlaner, H. et. al. (2005)). Dabei mangelt es an Möglichkeiten der Fortbildung und der Teilnahme an Qualitätsprozessen in Deutschland und durch die Bundesländer in keiner Weise. Die Dachverbände wie der Deutsche Tourismusverband (DTV 2011) versuchen über die Ausschreibung eines jährlichen Innovationspreises wie auch die ständige Bekanntmachung und Weiterentwicklung von Klassifizierungssystemen für Ferienwohnungen und Privatzimmer die Thematik voranzubringen. Dies gilt ebenso für andere Akteure wie DEHOGA (Hotellerie und Gastronomie), ADAC (Camping) sowie die Tourismusorganisationen der Länder.

Das nach wie vor sehr häufig anzutreffende mangelnde Bewusstsein für die Erfordernis von Innovation und kontinuierlicher Qualitätsverbesserung hat vielfach mit der Organisationsstruktur und meist öffentlichen Trägerschaft der Tourismusvermarktungsorganisationen zu tun. Diese dürfen bei öffentlicher Trägerschaft Anbieter mangelhafter Qualität nicht ausschließen oder diskriminieren. Doch selbst wenn es durch die Rechtsform einer privatwirtschaftlichen Trägerorganisation möglich wäre, erhalten sie meist nicht die erforderliche Rückendeckung der örtlichen Politik. Dadurch entsteht das Dilemma, dass die Anbieter

Willkommen, Gast. [Einloggen](#) oder [registrieren](#).

## Fahrzeuge: Sauberer Viehtransporter. 15 DAF EEV-Fahrzeuge für die VION-Gruppe



Der Nahrungsmittelkonzern VION hat neulich seinen ersten von insgesamt 15 bestellten DAF-Lkw mit besonders umweltfreundlichen EEV-Motoren in den Dienst gestellt. Der mittelschwere DAF CF75 mit Viehtransportaufbau kommt beim VION-Unternehmen Südfleisch in Bamberg zum Einsatz. Dort bringt der moderne Gliederzug die Rinder und Schweine der umliegenden Bauern sicher, sparsam und zuverlässig zum Schlachthof.

Der DAF CF75 verfügt über das luftgefederte Fernverkehrsfahrerhaus Sleeper Cab mit einer Liege, um dem Fahrer viel Platz und Komfort auf seinen Touren zu gewähren. Zusätzlich erhöhen ein luftgefederter Fahrersitz mit Armlehnen, ein automatisiertes AS-Tronic-Getriebe, ZF-Retarder, Klimaanlage, Kühlschrank und eine Rückfahrkamera die Bequemlichkeit an Bord. Den DAF treibt der 9,2-Liter-Motor PACCAR PR in seiner stärksten Version mit 360 PS an. Um die Mautkosten so gering wie möglich zu halten und gleichzeitig einen hohen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, entschied sich VION-Flottenmanager Gebhard de Wall bei sämtlichen DAF-Fahrzeugen für den EEV-Abgasstandard. „Wie wollen nur noch die saubersten Lkw mit den höchsten Sicherheitsstandards im Fuhrpark. Deshalb haben wir uns zusätzlich für die Marke DAF entschieden. Einige wenige unserer 95 Partner-Betriebe in der VION-Gruppe setzen bereits DAF-Lkw ein und sind bisher sehr gut damit gefahren. Wenn sich die neuen Fahrzeuge bei uns bewähren, könnte die Marke schon bald im größeren Stil unser Flottenbild bestimmen“, verkündet Gebhard de Wall. Der Fuhrparkmanager der VION Food Group in Deutschland ist bundesweit für 476 Pkw und 296 Lkw sowie 160 Anhängerfahrzeuge verantwortlich. Von Düsseldorf aus plant und steuert er zentral den Einkauf und Einsatz der Fahrzeugtechnik. Dennoch haben die einzelnen Unternehmen mit Fuhrpark und selbst die Fahrer bei der Auswahl und Konfiguration viel Mitspracherecht. „Wenn der Fahrer nicht zufrieden ist, haben wir nichts gekonnt. Er ist es, der mit dem Lkw tagtäglich umgehen muss und den direkten Kontakt zum Kunden sowie zum Vieh hat“, begründet de Wall diese Vorgehensweise. Den Tiertransportaufbau für den [DAF CF](#) steuerte der Fahrzeugbauer KA-BA aus Bramsche bei. Der so genannte Aluminium-Flat-Liner AFL 2010 mit Doppelstock-Beladung misst gut sechs Meter in der Länge und bietet auf zwei Etagen 60 Schweinen Platz. In den acht Meter langen und 20 Quadratmeter großen zweiachsigen Tiertransportanhänger passen weitere 40 Schweine. Alternativ lassen sich im Motorwagen neun und im Anhänger zwölf ausgewachsene Rinder transportieren. Dank der Aluminium-Leichtbauweise verfügt der Lkw über eine Nutzlast von rund acht Tonnen. Zur einfacheren Beladung ist der Aufbau mit einem Seilzug-Hubdach versehen, das der Fahrer bei Bedarf um 35 Zentimeter anheben kann. Damit das Vieh an heißen Sommertagen nicht schlapp macht, sind die Aufbauten mit seitlichen Lüftungen und Tränkanlagen versehen. Zusätzlich sorgt ein Radiallüfter in der Stirnwand für angenehme Temperaturen im Inneren. Eine hohe

Trittsicherheit für die Vierbeiner garantiert der so genannte KPS-Boden. Um Verletzungen der Tiere bei Verladung und Transport zu vermeiden, verzichtete KA-BA auf scharfe Ecken und Kanten sowie Hohlräume unter den Böden. Unterwegs ist der DAF-Tiertransporter im Großraum Bamberg, wo er auf seinen Tagestouren etwa 80.000 Kilometer im Jahr abspult. Die Südfleisch GmbH sammelt so das Vieh der ansässigen Landwirte ein und bringt es zur Schlachtung. Jährlich verarbeitet der Fleischproduzent allein am Standort Bamberg rund 85.000 Rinder, Kälber und Schweine und produziert damit gut 6.500 Tonnen Fleisch. Das Unternehmen gehört zum niederländischen VION-Konzern mit Stammsitz in Son en Breugel. Der international operierende Konzern produziert hochwertige Nahrungsmittel und Zutaten für Mensch und Tier und realisiert mit weltweit 31.000 Mitarbeitern einen Umsatz von rund 9,6 Milliarden Euro. Sukzessiv liefert DAF Trucks in den kommenden Wochen auch die übrigen Lkw an VION aus. Darunter befinden sich mehrere Zwei- und Dreiachs-Fahrgestelle vom Typ DAF CF75 und CF85 sowie einige Fernverkehrs-Sattelzugmaschinen aus der XF105-Baureihe. Sechs der Fahrzeuge kommen als Tiefkühlzüge und der Rest als Viehtransporter auf die Straße. Die Wartung und Reparatur übernehmen die jeweiligen DAF Servicepartner in der Region. Den Südfleisch-Tiertransporter betreut die Nutzfahrzeug Göppl GmbH am Standort Bamberg, wo Anfang Februar auch die offizielle Fahrzeugübergabe stattfand.

**Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen**

**Die neuen „Richtlinien für die Anlage von Landstraßen“  
RAL – Stand 2012**

VSVI Planungstag – Mecklenburg-Vorpommern  
am 19.01.2012 in Linstow

Dipl.-Ing. Anne Vettters

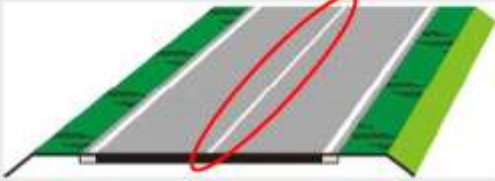
**Beispiel für EKL 3**

41




### Entwurfsklasse 3 (EKL 3)

( ) prüfen

40



### Beispiele für EKL 4


43



**Entwurfsklasse 4 (EKL 4)**







42

**Überholprinzip**

Entwurfsklasse	Überholprinzip
EKL 1	durchgängig alternierende Überholfahrstreifen
EKL 2	einzelne Überholfahrstreifen
EKL 3	keine planmäßigen Überholsichtweiten
EKL 4	Überholen unerwünscht

80



## ***DLG-Arbeitsunterlage***

A large, light green illustration of a pig is centered on the page. The pig is shown in profile, facing left, with its legs tucked under its body. The illustration is semi-transparent, allowing the text below it to be visible.

# ***Lüftung von Schweineeställen***

### **3. überarbeitete Fassung**

Autorenteam:  
Wolfgang Büscher  
Gerd Franke  
Bernhard Haidn  
Hans Joachim Müller  
Friedrich Niethammer  
Peter Leuschner

Arbeiten aus dem DLG-Ausschuss  
"Technik in der Tierischen Produktion"

Tabelle 4: Luftvolumenstrom je Einzeltier für die Sommer- und Wintersituation bei Rein-Raus-Belegung (Ein- und Ausstallgewicht) oder kontinuierlicher Belegung (Durchschnittsgewicht); Planungsdaten nach DIN 18 910; Angaben in m<sup>3</sup>/h je Tier  
(<sup>1</sup>) Angaben beziehen sich auf ferkelführende Sauen)

Einzeltiergewicht in kg	Mastschweine							Sauen <sup>1)</sup>	
	30	40	50	60	70	80	100	250	300
<b>Planungswerte für den Sommer</b> Temperaturzone I Außentemperatur ≥ 26 °C; Temperaturdifferenz: 2,0 K	62	73	85	94	104	112	126	244	266
Temperaturzone II Außentemperatur < 26 °C; Temperaturdifferenz: 3,0 K	41	49	56	63	69	74	84	163	178
<b>Planungswerte für den Winter</b> Rein-Raus-Verfahren - Mastschweine Temperatur: 22 °C - 16 °C Luftfeuchte: 80 %	6,3	7,5	8,4	9,4	-	-	12,6	24,6	27

Die Werte in Tabelle 4 sind auch Grundlage für die Dimensionierung einer Lüftungsanlage in Schweineställen bei Rein-Raus-Belegung. Es handelt sich dann um eine Eckwert-Planung, bei der die ungünstigsten Bedingungen unterstellt werden: kleine Tiere im Winter; schwere Tiere im Sommer. Im Bezug auf den Standort muss für den Sommer zwischen Temperaturzone I und II unterschieden werden (eine Karte hierzu befindet sich im Anhang).

**Beispiel:** Für einen Stall mit 300 Mastschweinen mit Rein/Raus-Belegung im Gewichtsabschnitt von 30 bis 100 kg an einem Standort in der Temperaturzone I ergibt sich planerisch eine Winterluftrate für das Abteil von (300 x 6,3 m<sup>3</sup>/h = ) 1890 m<sup>3</sup>/h und eine Sommerluftrate von (300 x 126 m<sup>3</sup>/h = ) 37 800 m<sup>3</sup>/h.

*Ausblick :* Die maximalen Luftraten für Ferkelaufzucht und Mast sind im Entwurf der DIN 18 910 (Fassung 2003) bei konventioneller, einstreuloser Haltung erheblich reduziert worden (ca. 10 % bis 15 %).

## Bioaerosole aus Geflügelställen - VDI 4250 – Erste Erfahrungen




**Dr. med. R. Suchenwirth**  
z.T. mit Unterstützung von Kreisbaurat Kopmeyer, LK Emsland

KTBL    23.05.2012 - Ulm    13.06.2012 Hannover

Niedersächsisches Landesgesundheitsamt



Roesebeckstr. 4-6  
 30449 Hannover  
 Fon 0511/4505-0  
 Fax 0511/4505-140



Lüchtenburger Weg 24  
 26603 Aurich  
 Tel. 04941/9171-0  
 Fax 04941/9171-10

Niedersachsen

## Genehmigungspraxis: VDI 4250 (E) Stand November 2011


Summarische Prüfparameter sind z. B.:

- **Abstand zw. Aufenthaltsort - Anlage** (< 500 m zu Geflügelhaltungsanlagen, Schafhaltung in Q-Fieber-Gebieten, halboffenen/offenen Kompostanlagen; < 350 m zu Schweinemastbetrieben; < 200 m zu geschl. Kompostanlagen)
- **ungünstige Ausbreitungsbedingungen**,  
z. B. Kaltluftabflüsse in Richtung der Wohnbebauung
- **Nähe empfindlicher Nutzungen** (z. B. Krankenhäuser)
- **gehäufte Beschwerden der Anwohner über gesundheitl. Beeinträchtigungen.**

**Die ... genannten Entfernungen sind nicht als Mindestabstände zu verstehen.**  
Auf die Festlegung solcher Abstände wird verzichtet, weil auch über die o. g. Abstände hinaus noch relevante Konzentrationen von anlagenspezifischen Bioaerosolen auftreten können.

Niedersächsisches Landesgesundheitsamt

Niedersachsen


**Universität Paderborn**  
 Fakultät für Naturwissenschaften  
 Department Chemie


**FORUM lej**  
*Von F, wie **Futtermittelüberwachung**,  
 bis R, wie **Rückstände***  
 18.10.2006 Gut Havichhorst

**Prof. Dr. Manfred Grote**


**Arzneimittelkreislauf: Vom Tier zum Futter**

**Antibiotikaeinträge aus der Tierhaltung  
 in Boden und Nutzpflanzen  
 - Ergebnisse einer Modellstudie -**


**Prof. Dr. Mechthild Freitag**


**Fachhochschule Südwestfalen**  
 Hochschule für Technik und Wirtschaft  
 University of Applied Sciences

**Dir. und Prof. Dr. Thomas Betsche**


**BfEL**

**Prof. Dr. Wolfgang Heyser**


**UFT**  
 Zentrum für  
 Umweltforschung und  
 Technologie

**Empfehlungen aus dem Jahre 1960 – heute noch aktuell !**

**„Für alle Antibiotika müssen die Fragen des Verbleibs  
 in der Pflanze genau untersucht werden,.....  
 Es muß vermieden werden, durch Antibiotikabehandlung  
 unerschwellige Dosen in den menschlichen oder tierischen Körper  
 gelangen zu lassen.  
 ....,es muß bis zur Klärung aller Fragen Zurückhaltung geübt werden.“**

**Hedwig Köhler**  
 (Biologische Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin):  
**Anwendung der Antibiotika im Pflanzenschutz, unter besonderer Berücksichtigung ihrer Aufnahme,  
 Weiterleitung und ihres Verbleibs in der höheren Pflanze.**  
 Journal of Pest Science, **33** (2), 25-27 (1960)



# scienceticker.info wissenschafts- nachrichten

Aus dem Scienceticker-Archiv

**Home**

**News:**

- [Astronomie](#)
- [Biologie](#)
- [Chemie](#)
- [Klima, Umwelt](#)
- [Medizin](#)
- [Psychologie](#)
- [Technik](#)

**Fachpresse-Links**

- [Aktuelles anderswo](#)
- [TV-Tipps](#)
- [Wir über uns](#)
- [Impressum](#)

6.6.2005, 13:15 Uhr

**Antibiotika aus Gülle in Nutzpflanzen**

In der Tierhaltung eingesetzte Antibiotika können weite Wege zurücklegen, haben westfälische Forscher entdeckt. Bei der Düngung gelangen die Wirkstoffe mit der Gülle behandelte Tiere in den Ackerboden, in die Wurzeln darauf wachsenden Getreides und sogar bis ins Korn.

Damit sei die Kette von der Spritze bis zur Nutzpflanze erstmals lückenlos nachgewiesen, erläutert Manfred Grote. "Infolge zunehmender Risiken durch Antibiotikaresistenzen sind diese Ergebnisse von besonderer Bedeutung", so der Chemiker von der Universität Paderborn. Ebenfalls an der Untersuchung beteiligt waren Arbeitsgruppen der Fachhochschule Südwestfalen in Soest und der Bundesanstalt für Ernährung und Lebensmittel in Detmold

Im Laufe der dreijährigen Studie wurden Ferkel mit Chlortetracyclin und Sulfonamidpräparaten behandelt. Zur Gülle vereinigt und gelagert, kamen die Ausscheidungen der Tiere als Dünger auf Felder, auf denen schließlich Winterweizen und Feldsalat angebaut wurden. Noch nach acht Monaten Lagerung waren die ausgeschiedenen Arzneistoffe in der Gülle und auch in den oberen Bodenschichten der damit gedüngten Felder nachweisbar. Und auch in den Pflanzen selbst wurden die Forscher fündig.

"Unsere Analysen der erntereifen Pflanzen ergaben Antibiotikagehalte in Wurzeln und Grünanteilen", so Grote. "Und wir waren sehr überrascht, auch im Korn des Winterweizens Spurengehalte an Chlortetracyclin, circa 50 Mikrogramm pro Kilogramm, zu finden". Weitere Untersuchungen sollen nun zeigen, ob sich die Resultate der Modellversuche auf die landwirtschaftliche Praxis übertragen lassen. In diesem Fall sei es laut Grote durchaus möglich, dass Antibiotikarückstände in der Nahrung die Problematik der Resistenzbildung bei Krankheitserregern verschärfen.

Forschung: Manfred Grote, Department Chemie, Universität Paderborn; Mechthild Freitag, Fachbereich Agrarwirtschaft, Fachhochschule Südwestfalen, Soest; Thomas Betsche, Bundesanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Detmold

WWW:

- [Homepage AK Grote](#)
- [Zwischen Sicherheit und Leichtsinn](#)
- [Freispruch für die Landwirtschaft](#)

Dies ist eine Archiv-Datei. Wir bitten um Verständnis, dass Links und Inhalte nicht mehr aktualisiert werden. Zum Aufruf des aktuellen Sciencetickers klicken Sie bitte auf eine Rubrik aus der linken Spalte.

Werbung:



[\[Zurück\]](#)

Applied and Environmental  
Microbiology

## Longitudinal Study of the Contamination of Air and of Soil Surfaces in the Vicinity of Pig Barns by Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*

Jochen Schulz, Anika Friese, Sylvia Klees, Bernd A. Tenhagen, Alexandra Fetsch, Uwe Rösler and Jörg Hartung  
*Appl. Environ. Microbiol.* 2012, 78(16):5666. DOI:  
10.1128/AEM.00550-12.  
Published Ahead of Print 8 June 2012.

---

Updated information and services can be found at:  
<http://aem.asm.org/content/78/16/5666>

---

SUPPLEMENTAL MATERIAL	<p><i>These include:</i></p> <p><a href="#">Supplemental material</a></p>
REFERENCES	<p>This article cites 34 articles, 6 of which can be accessed free at: <a href="http://aem.asm.org/content/78/16/5666#ref-list-1">http://aem.asm.org/content/78/16/5666#ref-list-1</a></p>
CONTENT ALERTS	<p>Receive: RSS Feeds, eTOCs, free email alerts (when new articles cite this article), <a href="#">more»</a></p>

---

Information about commercial reprint orders: <http://journals.asm.org/site/misc/reprints.xhtml>  
To subscribe to to another ASM Journal go to: <http://journals.asm.org/site/subscriptions/>

---

Journals.ASM.org



## Longitudinal Study of the Contamination of Air and of Soil Surfaces in the Vicinity of Pig Barns by Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*

Jochen Schulz,<sup>a</sup> Anika Friese,<sup>b</sup> Sylvia Klees,<sup>c</sup> Bernd A. Tenhagen,<sup>d</sup> Alexandra Fetsch,<sup>d</sup> Uwe Rösler,<sup>b</sup> and Jörg Hartung<sup>a</sup>

Institute for Animal Hygiene, Animal Welfare and Farm Animal Behaviour, University of Veterinary Medicine Hannover Foundation, Hannover, Germany<sup>a</sup>; Institute for Animal Hygiene and Environmental Health, Free University Berlin, Berlin, Germany<sup>b</sup>; Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Ostwestfalen-Lippe, Detmold, Germany<sup>c</sup>; and Federal Institute for Risk Assessment, Berlin, Germany<sup>d</sup>

During 1 year, samples were taken on 4 days, one sample in each season, from pigs, the floor, and the air inside pig barns and from the ambient air and soil at different distances outside six commercial livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA)-positive pig barns in the north and east of Germany. LA-MRSA was isolated from animals, floor, and air samples in the barn, showing a range of airborne LA-MRSA between 6 and 3,619 CFU/m<sup>3</sup> (median, 151 CFU/m<sup>3</sup>). Downwind of the barns, LA-MRSA was detected in low concentrations (11 to 14 CFU/m<sup>3</sup>) at distances of 50 and 150 m; all upwind air samples were negative. In contrast, LA-MRSA was found on soil surfaces at distances of 50, 150, and 300 m downwind from all barns, but no statistical differences could be observed between the proportions of positive soil surface samples at the three different distances. Upwind of the barns, positive soil surface samples were found only sporadically. Significantly more positive LA-MRSA samples were found in summer than in the other seasons both in air and soil samples upwind and downwind of the pig barns. *spa* typing was used to confirm the identity of LA-MRSA types found inside and outside the barns. The results show that there is regular airborne LA-MRSA transmission and deposition, which are strongly influenced by wind direction and season, of up to at least 300 m around positive pig barns. The described boot sampling method seems suitable to characterize the contamination of the vicinity of LA-MRSA-positive pig barns by the airborne route.

Livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA) isolates harbor the staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*), which contains the *mecA* gene, also found in the community-acquired MRSA (CA-MRSA) and hospital-acquired MRSA (HA-MRSA) strains (8, 20), which emerged first in human medicine shortly after the introduction of methicillin in 1959 (22). Concerns are rising that LA-MRSA strains enter hospitals and the health system and cause infections in patients. Such concerns are fuelled by, e.g., studies carried out in the Netherlands and Germany showing a strong regional association between high densities of pigs and the prevalence of LA-MRSA in humans (34, 36) and the number of LA-MRSA-positive dairy farms (9, 29). Furthermore, although LA-MRSA, CA-MRSA, and HA-MRSA differ phenotypically and genotypically (5, 35) and can be distinguished by different molecular typing techniques (5), such as multilocus sequence typing (MLST) and the sequence typing of the polymorphic region X of the *S. aureus* protein A gene (*spa* typing), the *spa* types t011, t108, and t034 that are specifically associated with the LA-MRSA sequence (ST398) (6) can be isolated from animals and humans (30) and have emerged in association with animal production in many countries (14, 23, 35).

However, the spread and, particularly, the transmission pathways by air from contaminated pig buildings, as well as the deposition dynamics in the environment of LA-MRSA, are not yet well understood. It has been established that MRSA can be found in dust and in the air of pig barns and may be emitted via the exhaust air of animal houses into the environment (10, 25). Gibbs et al. (11) detected penicillin- and ampicillin-resistant *S. aureus* 150 m downwind from a swine confined-animal feeding operation. They did not, however, confirm that the isolates carried the *mecA* gene. It is still unclear if and in what concentrations MRSA is present in

the air downwind from contaminated pig barns and whether culturable MRSA is deposited in the vicinity in measurable amounts. If so, it is conceivable that, e.g., other farm animals, wild animals, or people can come into direct contact with emitted LA-MRSA. This study seeks to address those issues through a longitudinal study to investigate the occurrence of MRSA in the air and on soil surfaces close to MRSA-positive pig holdings in consideration of meteorological and seasonal influences.

### MATERIALS AND METHODS

**Sampled pig barns.** The barns sampled in this study are located on farms in the northwestern (Emsland and Cloppenburg) and eastern (Ostprignitz-Ruppin and Spree-Neiße) regions of Germany, situated in typical rural areas surrounded by arable land. Criteria for barn selection were a usual commercial stock size, a minimal distance of 1 km to the next livestock holding, forced ventilated buildings, and the willingness of farmers to participate in the study. Six barns (no. 1 to 6) (Table 1) on six different farms were selected, two barns on two breeding farms (no. 2 and 4) with 500 sows each and four pig fattening barns (no. 1, 3, 5, and 6) on farms with total stocks of pigs between 1,500 and 6,300 in different buildings. Barns 2, 4, and 6 were the only pig buildings on the farm. At farms with

Received 23 February 2012 Accepted 23 May 2012

Published ahead of print 8 June 2012

Address correspondence to Jochen Schulz, Jochen.Schulz@tiho-hannover.de.

Jochen Schulz, Anika Friese, Uwe Rösler, and Jörg Hartung contributed equally.

Supplemental material for this article may be found at <http://aem.asm.org/>.

Copyright © 2012, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.

doi:10.1128/AEM.00550-12

The authors have paid a fee to allow immediate free access to this article.



TABLE 1 Barn number, type of production, number of pigs per barn, and farm visits

Barn no.	Production type	No. of pigs per barn	Visit date (mo/day/yr)			
			1st	2nd	3rd	4th
1	Fattening	1,400	09/14/2009	12/14/2009	03/14/2010	06/14/2010
2	Breeding	500	11/30/2009	03/02/2010	06/07/2010	09/06/2010
3	Fattening	600	03/29/2010	06/28/2010	11/02/2010	12/01/2010
4	Breeding	500	04/26/2010	07/05/2010	09/21/2010	12/07/2010
5	Fattening	1,200	03/02/2010	07/06/2010	09/21/2010	01/24/2011
6	Fattening	1,600	03/15/2010	06/01/2010	07/09/2010	01/17/2011

more than one barn, only one barn (1, 3, and 5) and always the same barn was sampled at the visits. Each barn was sampled four times within 1 year. The fattening period in all barns was approximately 5 months. Data on farm visits, production type, and numbers of pigs in the investigated barns are given in Table 1.

**Sampling in and around the pig barns.** All samples from individual barns were collected on the same day. Nasal swabs from 60 randomly selected pigs (30 sows and 30 piglets at breeding farms), one pair of boot swabs, and three impinger air samples were taken inside the barns during each farm visit. Nasal swabs were taken with gloved hands by swabbing one nasal vestibule of a pig with a sterile dry swab (Sarstedt AG & Co. KG, Nümbrecht, Germany). Swabs were transferred back into their transport tubes and transported in container boxes to the laboratory under ambient temperatures. A pair of new latex gloves (Nobaglove, Wetter, Germany), a pair of plastic overboots, and a pair of boot swabs (Finnimport, Hamburg, Germany) in a stomacher closure bag (Seward Ltd., United Kingdom) was transported in a sterile sealable bag to avoid contamination of sampling material prior to use. Inside the animal house, the new gloves were used to put on the overboots before putting on the boot swabs. The center aisle of the animal house was then paced backwards and forwards. The length of the center aisles varied from barn to barn between 20 and 70 m. The boot swabs were carefully removed so as not to dislodge adherent material and placed back into the stomacher bag. Outside the animal house, the stomacher bag was placed in a new sealable bag for transport to the laboratory. Boot swab handling of outside samples was performed in a similar fashion. Outside the barn, a 50-m distance was paced with one pair of boot swabs at 50, 150, and 300 m downwind and at 100 m upwind of the barn. Samples were taken approximately at a right angle to the main wind direction parallel to the pig building. We never walked with boot swabs on concrete surfaces or on field paths to avoid false-positive results from other sources, such as contaminated persons or vehicles. In some cases, no sample was taken because the sampling area was not accessible (e.g., puddles, cornfields, concrete surfaces, etc.).

The wind direction was measured 100 m upwind and monitored by a compass and an anemometer (barns 1 to 4, Oregon scientific WMR 200 anemometer from Conrad, Germany; barns 5 and 6, 3-axis ultrasonic anemometer from Gill Instruments, Hampshire, England). Distances were determined by a 50-m measuring tape (Brüder Mannesmann AG, Remscheid, Germany). Air samples were taken simultaneously inside, downwind, and upwind of the barns. One AGI 30 impinger (AGI-30; Ace Glass Inc., Vineland, NJ) was placed lengthwise in each third of the barn, and three impingers were operated outside the barns at 50 and 150 m downwind and at 100 m upwind of the barns. In all cases, the impingers were placed 1.5 m above soil and ground surfaces. A modified impingement was conducted for the detection of staphylococci. Airborne staphylococci were sampled in 30 ml phosphate-buffered saline inside the animal houses. Samplings outside were conducted in 30 ml 1:1 glycerol-phosphate-buffer solutions to extend the sampling time without seriously influencing the culturability of *Staphylococcus* spp. (24, 26). Air samples were taken only on rainless days and at temperatures above 5°C to avoid formation of ice in the sampling buffer. Temperature was measured with a HygroClip S and HygroLog-D datalogger from Rotronic (Ettlingen, Germany). Three air samples were not successful due to technical problems during the field measurements.

**Bacteriological analysis of samples.** Samples were stored at 4°C in the microbiological laboratory. All samples were processed within 24 h, except the boot swabs, which were stored up to 7 days before analysis. Stomacher bags containing a pair of boot swabs were filled with 225 ml of Müller-Hinton broth with 6.5% NaCl (Oxoid Ltd., Basingstoke, Hampshire, England) before they were shaken in a Stomacher 400 circulator (Seward Ltd., United Kingdom) at high speed for 120 s. The bags were subsequently incubated under aerobic conditions for 24 h at 37°C to enrich salt-tolerant staphylococci. A volume of 2.5 ml of the enrichment suspension was then added to 22.5 ml tryptone-soya-bouillon (Oxoid Ltd., Basingstoke, Hampshire, England) with 3.5 mg/liter cefoxitin and 75 mg/liter aztreonam (both from Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Germany) to grow MRSA aerobically at 37°C for 17 h. After incubation, a loopful of broth was streaked out on CHROMagarMRSA (MAST Diagnostica GmbH, Reinfeld, Germany) and subsequently incubated at 37°C for 24 h.

Sixty nasal swabs from one herd were divided into 12 single swabs and 12 pools of four swabs each. Pooled samples from piglets and sows of the breeding farms were handled separately. Swabs were analyzed qualitatively as described by Friese et al. (10).

Impingers were shaken for 30 s at full speed with a Vortex-Genie2 (Scientific Industries Inc.), and 0.5-ml aliquots from the samples were plated on CHROMagarMRSA. The plates were incubated for 24 to 48 h at 36°C, and 10-ml aliquots of the impinger solutions were filtered through nitrocellulose membrane filters with a pore size of 0.22 µm (Millipore). The filters were handled and incubated on CHROMagarMRSA as described by Schulz and Hartung (25). Typical MRSA colonies were counted, and the numbers of airborne CFU per cubic meter were calculated by the equation from Lin et al. (16) after suspected colonies were confirmed by biochemical and molecular biological methods as described in the following section.

**Confirmation of suspected MRSA isolates and *spa* typing.** Five suspected MRSA colonies from each apparently positive sample were subcultivated on sheep blood agar (CM 0331; Oxoid, Wesel, Germany) and confirmed by testing the coagulase reaction by inoculation with 0.5 ml rabbit plasma (Becton, Dickinson GmbH, Heidelberg, Germany). One randomly selected coagulase-positive isolate per sample was confirmed by using a duplex real-time PCR, which detects the *nuc* gene (specific for *S. aureus*) and the *mecA* gene (21).

To compare *spa* types found within and simultaneously outside the six investigated barns, typing was conducted with isolates from one sampling day. One MRSA isolate from each positive MRSA sample was typed using the method described by Harmsen et al. (13). Isolates from sampling days on which airborne MRSA was detected downwind from the barns were included in the analysis to investigate direct airborne transmission.

**Statistical methods.** The FREQ procedure of the SAS software, version 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC), was used for statistical analyses. In the first step, statistical differences between the ratios of binomial data (positive MRSA samples, 1; negative MRSA samples, 0) at various sampling points and in different seasons were analyzed by Cochran's Q test. If statistical differences were found, the pairwise McNemar test was applied to compare the frequencies of positive and negative MRSA samples among the sampling points and between the seasons.

WIN EPISCOPE 2.0 (32) was used to calculate the MRSA intraherd prevalence in pig barns.

## RESULTS

MRSA-positive and -negative findings of the study are summarized in Table 2. Inside the barns, all pooled nasal swabs and boot swab samples were MRSA positive. In detail, the number of positive pools from nasal swabs varied between 10 and 12 (out of 12) in all barns. Analyzing 12 single nasal swabs resulted in 5 to 12 positive samples (the average was 10). The minimal numbers of single swabs to detect one positive pig with a probability of >95% ranged from 1 to 5. Considering the number of animals in the investigated barns (Table 1), intraherd prevalence from 47 to

TABLE 2 MRSA detection inside and in the vicinity of six pig barns

MRSA detection by sample source and season <sup>a</sup>																																					
Barn no.		Downwind from the barn												Upwind from the barn (100 m)																							
		Soil				Air				Inside the barn				Air				Soil																			
		300 m			150 m			50 m			150 m			50 m			Floor			Air			Pigs			Air			Soil								
		Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W	Sp	S	A	W
1		-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	0	-
2		-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
3		+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+			
4		-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	0	-	-	-	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-			
5		0	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-	0	+	-	+			
6		+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	0	-	0	0	0	0	-			

<sup>a</sup> Findings are expressed as positive (+) or negative (-). 0, no sample was taken in this interval. Findings are given for each of the four seasons: Sp, spring; S, summer; A, autumn; and W, winter.

100% could be calculated. The detection of airborne MRSA failed in three samplings (two in winter and one in autumn) inside the barns (Table 2). Airborne MRSA was detected 15 times in three impingers, 4 times in two impingers, and 2 times in one impinger. Concentrations of positive air samples (n = 55) varied between 6 and 3,619 CFU/m<sup>3</sup>. The median was 151 CFU/m<sup>3</sup> (lower quartile, 45 CFU/m<sup>3</sup>; upper quartile, 821 CFU/m<sup>3</sup>). Downwind from the barns, MRSA was detected in only five air samples at three different barns (three in summer, one in spring, and one autumn). The concentrations of MRSA in these samples were very low, ranging from only 2 CFU/m<sup>3</sup> at 150 m (two times) to 14 CFU/m<sup>3</sup> (two times) and 11 CFU/m<sup>3</sup> at 50 m. MRSA was not detected in air samples upwind from the animal houses.

Of the boot swab samples taken from soil surfaces downwind of the barns, 73% were positive, compared to only 33% of the upwind soil samples. Statistical differences between the ratios of positive and negative samples across various sampling points and different seasons are given in Table S1 in the supplemental material. Cochran's Q-test indicates significant differences between the sampling points of soil samples and between seasons. These differences were analyzed in detail by the pairwise McNemar test. Table 3 highlights significant differences between the number of positive upwind and downwind samples for each distance. Table 4 shows a significantly higher number of positive samples in the vicinity of the pig barns in summer.

spa typing of 41 isolates indicates that spa types detected within the animal houses could also be detected in air or on soil outside the barns (Table 5). Inside and outside three barns, only one spa type (t011) was detected. At barn 4, a second spa type (t034) was

found only on soil surfaces downwind from the barn. At barn 5, t108 dominated, but again a second type (t1344) occurred downwind from the barn. Two isolates (t034 and t1451) were found simultaneously inside and downwind of barn 6, and a third spa type (t011) appeared on the soil surface 150 meters downwind of the barn. Interestingly, the same spa types were isolated from air samples taken simultaneously inside and downwind of three different animal houses.

DISCUSSION

Staphylococcus aureus can colonize pigs and can be emitted via ventilation systems into the ambient air of swine herd confined-animal feeding operations (12). The results of our longitudinal study demonstrate that MRSA can be isolated from ambient air and also from soil surfaces in the vicinity of pig farms. To the best of our knowledge, we show for the first time a simultaneous detection of the same spa types within and outside pig farm operations. All typed isolates in this study are from spa types associated with LA-MRSA of clonal complex CC398. Isolates of these spa types have been confirmed as ST398 by MLST in previous studies on pig farms (1, 6, 30). A higher proportion of LA-MRSA-positive samples within the main downwind direction compared to the upwind side of the barns indicates that the dispersion into the environment is strongly influenced by wind direction. Sporadic identification of LA-MRSA on soil surfaces at the upwind side of four pig barns is likely explained by changing wind directions. It seems rather unlikely that LA-MRSA on soil surfaces could be deposited by other animal houses, because the nearest such house is

TABLE 3 Statistical differences between the numbers of LA-MRSA-positive samplings at different sampling points (using pairwise McNemar test)

Compared samplings (n)	Results for sampling point:							
	1				2			
	Soil sample location	No. of positive samplings	% Positive	Soil sample location	No. of positive samplings	% Positive	P value	
17	300 m downwind	11	65	100 m upwind	6	35	0.0588	
18	150 m downwind	13	72	100 m upwind	5	28	0.0082	
18	50 m downwind	13	72	100 m upwind	5	28	0.0082	
20	50 m downwind	15	75	300 m downwind	13	65	0.3173	
22	150 m downwind	16	73	300 m downwind	15	68	0.6547	
16	150 m downwind	11	69	50 m downwind	11	69	1.0000	

TABLE 4 Seasonal influence on LA-MRSA-positive samplings outside the pig barns (by pairwise McNemar test)

Compared samplings (n)	Results for season:						P value
	1			2			
	Season	No. of positive samplings	% Positive samplings	Season	No. of positive samplings	% Positive samplings	
35	Summer	19	54	Spring	9	26	0.0039
34	Autumn	12	35	Spring	9	27	0.3657
34	Winter	9	27	Spring	12	35	0.2568
37	Autumn	15	35	Summer	21	57	0.0209
39	Winter	14	36	Summer	21	54	0.0196
37	Autumn	14	38	Winter	14	38	1.0000

1,300 m away. Solid or liquid manure, which could have been a possible source of LA-MRSA on soil surfaces, was not applied around the farms during the spring, summer, and winter periods of the study. There was no manure spreading in autumn near barns 1, 3, and 6. Although we cannot fully exclude an LA-MRSA contamination by slurry around barns 2, 4, and 5 in autumn, no manure application was observed, nor were traces of manure found on soil surfaces. Furthermore, it cannot be ruled out that LA-MRSA contamination of soil surfaces around a pig barn could have been caused by human carriers or rodents (33). However, such random events would not explain the significantly higher number of positive samples on the downwind side, which changed at least two times at each farm. The higher detection rates on changing downwind sides again highlight the role of the wind as an important vector for LA-MRSA.

The number of airborne LA-MRSA organisms is relatively low compared to typical numbers of airborne mesophilic bacteria in pig barns (10, 25, 28). Although the analyses of single nose swabs indicate a relatively high intraherd prevalence (4), LA-MRSA was not detected in barn air or outside air on three occasions. Friese et al. (10) detected only a weak correlation between the number of MRSA-positive air samples and the percentage of MRSA-positive individual nasal swabs. This is probably the consequence of many factors influencing the bacterial concentration in animal house air (27). This could also explain the strong deviations from the median LA-MRSA concentration we observed in the animal house air.

LA-MRSA-positive air samples were found in only 5 of 24 measurements (21%); all of these were identified in downwind air. Air samples taken simultaneously inside and downwind from the barn showed the same *spa* types. This indicates a direct airborne transmission in these situations. The relatively low detection rates outside were most likely caused by dilution in the ambient air. Other factors that have been known to influence the tenacity of airborne bacteria (15) likely did not play a major role, because the travel times of staphylococci for a distance of up to 150 meters are too short to suffer a significant decay in viability (19, 24).

Interestingly, LA-MRSA could be detected in 49 out of 67 (73%) soil surface samples from the downwind side of the pig barns. It is likely that deposited LA-MRSA can survive for longer periods on soil surfaces. While there is no exact information about the survival time of MRSA on soil, it is known from laboratory experiments that human MRSA strains show high tenacity and can survive on hard surfaces for weeks (17). Therefore, we assume that deposited MRSA is able to accumulate on soil surfaces around the barns, provided that it is not washed away by rainfall. Other

meteorological conditions (e.g., turbulences, temperature, humidity, etc.) and the number and sizes of MRSA particles can also play a role in accumulation during the samplings. A higher number of deposited MRSA can usually be expected on surfaces near the barn, because larger dust particles carry more bacteria and deposit much faster (24). This was not shown by the detection rates at different distances from the barns. However, we used a selective enrichment method to detect MRSA qualitatively in swab samples because of the higher sensitivity compared to direct isolation methods (3). Future investigations may include a quantification of LA-MRSA related to a surface area. This would give more insight in the quantitative deposition of bacteria emitted from pig barns.

Factors such as seasonal influences (e.g., temperature, UV irradiation, etc.), soil composition, water activity, and the microbial community on soil surfaces can all influence the viability of *Staphylococcus aureus* in an outdoor environment (2, 7). On the other hand, the mean dust emission rate for forced ventilated pig houses in summer was estimated to be 30% higher than in winter (31). Therefore, a higher deposition rate of LA-MRSA could be expected in the vicinity of pig barns in the summer time. That LA-MRSA was found in higher quantities during summer is more likely a result of higher ventilation rates inside the animal houses to keep favorable air and temperature conditions rather than any of the factors previously posited.

The presented investigations show a persistent LA-MRSA contamination in the vicinity of pig barns housing LA-MRSA-colonized pigs. The consequences of these contaminations are not immediately clear. The possibility of MRSA transmission to neighboring farms via the contaminated environment or to animals living in the vicinity of barns cannot be excluded. Moreover, recontamination of cleaned and disinfected animal houses may occur by reentrainment from soils or surfaces via the air (incoming air), by persons (e.g., farmers), or by animals like rodents, which come into contact with contaminated soil surfaces and subsequently enter the animal house. Therefore, there is an urgent need for further studies in order to understand the survival of LA-MRSA in the outdoor environment and the transmission pathways. This may also help to better estimate the risks involved in the environmental LA-MRSA contamination of the vicinity of positive animal houses with regard to neighboring piggeries as well as to residential dwellings. Additionally, air treatment systems should be investigated for their ability to reduce emission of MRSA from animal houses (18). Likewise, air treatment techniques may be used to purify incoming air to prevent airborne

Schulz et al.

TABLE 5 Origin of MRSA *spa* types from inside and from the vicinity of investigated barns

MRSA origin by barn no. and sampling date (mo/day/yr)	<i>spa</i> type
1 (09/14/2009)	
Nasal swab	t011
Air sample inside	t011
Boot swab inside	t011
Boot swab 50 m downwind	t011
Boot swab 150 m downwind	t011
Boot swab 300 m downwind	t011
2 (06/07/2010)	
Nasal swab	t011
Air sample inside	t011
Air sample 50 m downwind	t011
Boot swab inside	t011
Boot swab 50 m downwind	t011
Boot swab 150 m downwind	t011
Boot swab 300 m downwind	t011
Boot swab 100 m upwind	t011
3 (12/01/2010)	
Nasal swab	t011
Air sample inside	t011
Boot swab inside	t011
Boot swab 50 m downwind	t011
Boot swab 150 m downwind	t011
Boot swab 300 m downwind	t011
Boot swab 100 m upwind	t011
4 (09/21/2010)	
Nasal swab	t011
Air sample inside	t011
Boot swab inside	t011
Boot swab 50 m downwind	t034
Boot swab 150 m downwind	t034
Boot swab 300 m downwind	t011
5 (07/06/2010)	
Nasal swab	t108
Air sample inside	t108
Air sample 50 m downwind	t108
Boot swab inside	t108
Boot swab 50 m downwind	t108
Boot swab 150 m downwind	t1344
Boot swab 300 m downwind	t108
Boot swab 100 m upwind	t108
6 (03/15/2010)	
Nasal swab	t1451
Air sample inside	t034
Air sample 50 m downwind	t034
Boot swab inside	t1451
Boot swab 150 m downwind	t011
Boot swab 300 m downwind	t1451

introduction of MRSA into animal holdings in regions with high animal densities.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This work was financially supported by the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) through the Fed-

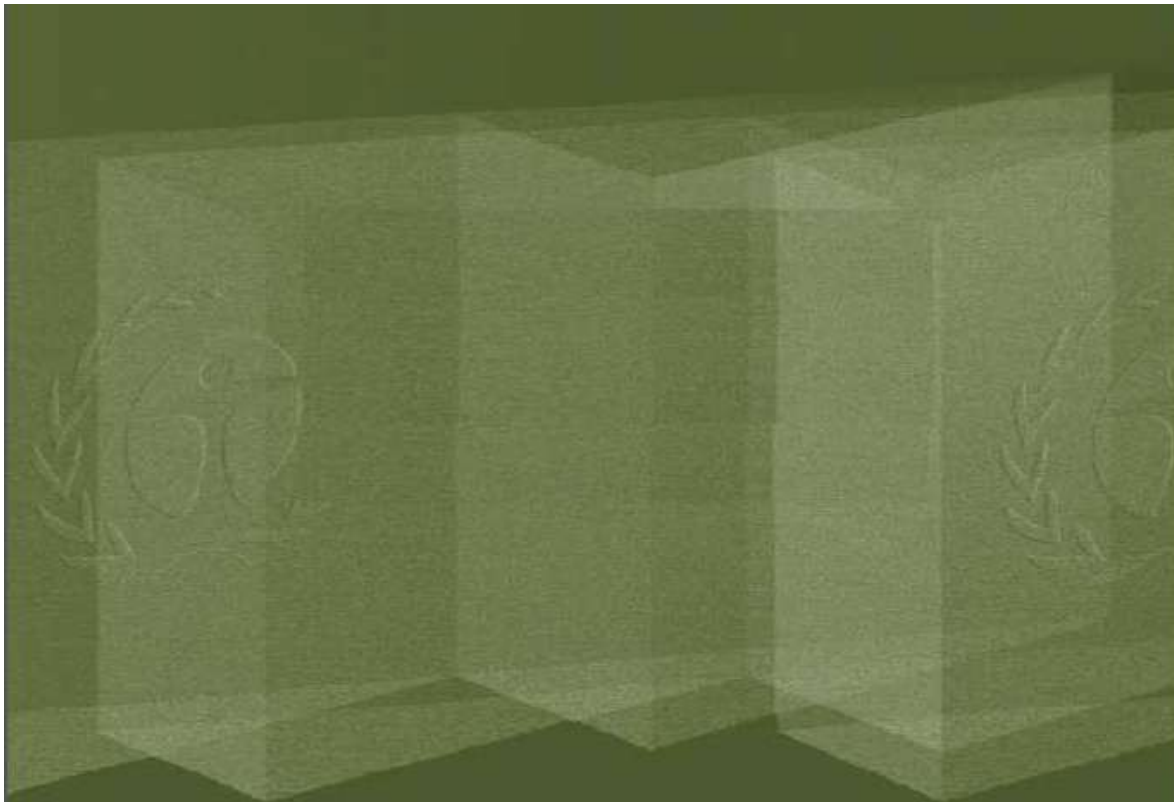
eral Office for Agriculture and Food (BLE), grant numbers 2808HS029 and 08HS041.

#### REFERENCES

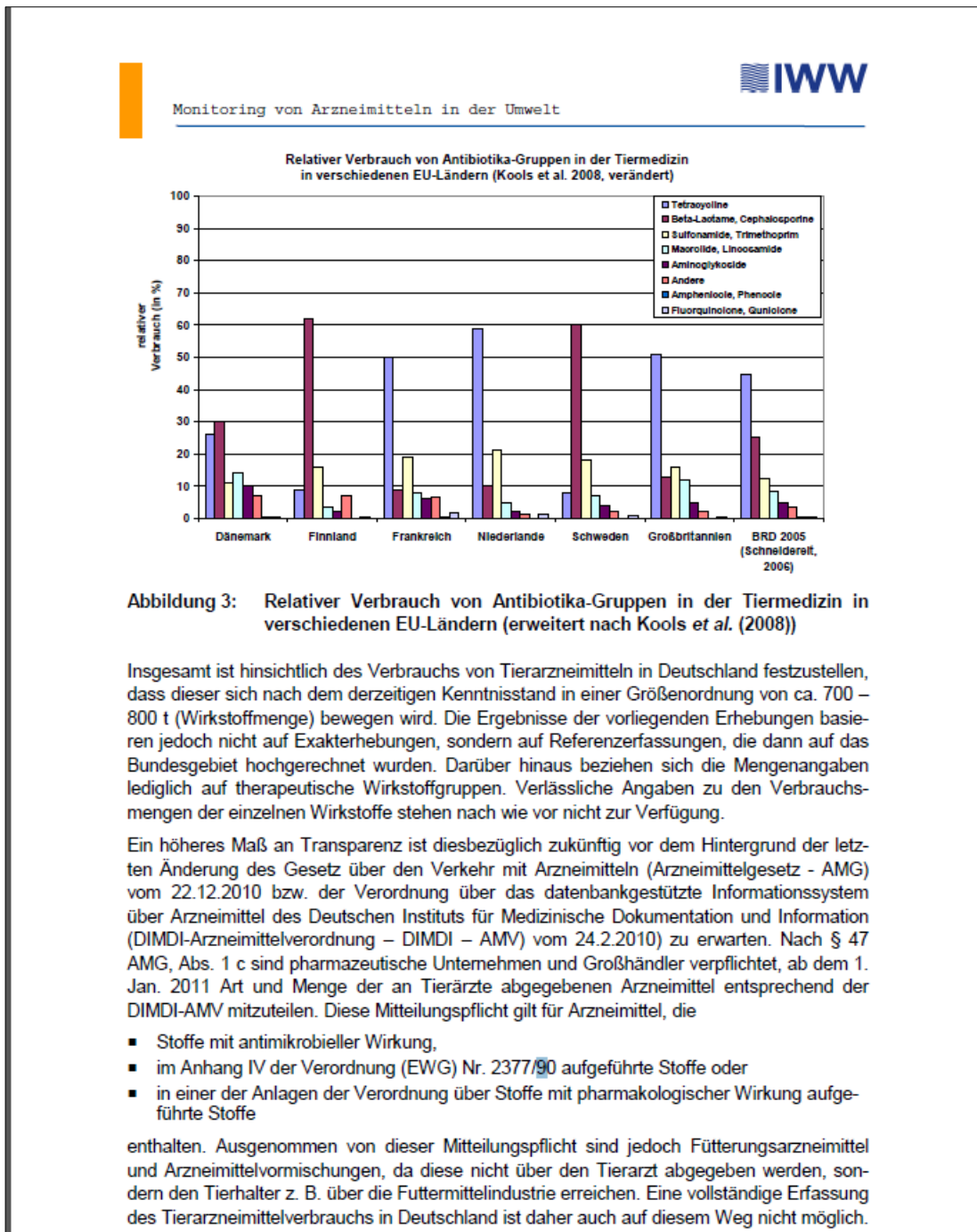
- Alt K, et al. 2011. Factors associated with the occurrence of MRSA CC398 in herds of fattening pigs in Germany. *BMC Vet. Res.* 7:69. doi:10.1186/1746-6148-7-69.
- Chapple RM, Inglis B, Stewart PR. 1992. Lethal and mutation effects of solar and UV radiation on *Staphylococcus aureus*. *Arch. Microbiol.* 157:242–248.
- De Boer E, et al. 2009. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in meat. *Int. J. Food Microbiol.* 134:52–56.
- De Neeling AJ, et al. 2007. High prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in pigs. *Vet. Microbiol.* 122:366–372.
- Deurenberg RH, et al. 2007. The molecular evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin. Microbiol. Infect.* 13:222–235.
- European Food Safety Authority. 2009. Analysis of the baseline survey on the prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in holdings with breeding pigs, in the EU, 2008, part A: MRSA prevalence estimates; on request from the European Commission. *EFSA J.* 7:1376. doi:10.2903/j.efsa.2009.1376.
- Falkinham JO, et al. 2009. Proliferation of antibiotic-producing bacteria and concomitant antibiotic production as the basis for the antibiotic activity of Jordan's red soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 75:2735–2741.
- Fluit AC, Schmitz F-J. 2003. Population structure of MRSA. In Fluit AC, Schmitz F-J (ed), *MRSA current perspectives*. Caister Academic Press, Wymondham, United Kingdom.
- Friedrich A, Rau J, Horlacher Spohr SM. 2011. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in milk from dairy farms in northern Württemberg. *Tierärztl. Umschau* 66:195–200.
- Friese A, et al. 2012. Occurrence of MRSA in air and housing environment of pig barns. *Vet. Microbiol.* 158:129–135. doi:10.1016/j.vetmic.2012.01.019.
- Gibbs SG, et al. 2006. Isolation of antibiotic-resistant bacteria from the air plume downwind of a swine confined or concentrated animal feeding operation. *Environ. Health Perspect.* 114:1032–1037.
- Gibbs SG, Green CF, Tarwater PM, Scarpino PV. 2004. Airborne antibiotic resistant and nonresistant bacteria and fungi recovered from two swine herd confined animal feeding operations. *J. Occup. Environ. Hyg.* 1:699–706.
- Harmen D, et al. 2003. Typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a university hospital setting by using novel software for *spa* repeat determination and database management. *J. Clin. Microbiol.* 41:5442–5448.
- Khanna T, Friendship R, Dewey C, Weese JS. 2008. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* colonization in pigs and pig farmers. *Vet. Microbiol.* 128:298–303.
- Lighthart B, Mohr AJ. 1987. Estimating downwind concentrations of viable airborne microorganisms in dynamic atmospheric conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 53:1580–1583.
- Lin X, et al. 1999. Long term sampling of airborne bacteria and fungi into a non-evaporating liquid. *Atmos. Environ.* 33:4291–4298.
- Makison C, Swan J. 2006. The effect of humidity on the survival of MRSA on hard surfaces. *Indoor Built Environ.* 15:85–91.
- Martens W, et al. 2001. Reduction potential of microbial, odour and ammonia emissions from a pig facility by biofilters. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 203:335–345.
- Müller W, Wieser P. 1987. Dust and microbial emissions from animal production, p 47–89. In Neimann-Sørensen A, Triebe DE (ed), *World animal science*, vol B6. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.
- Noto MJ, Barry NK, Alastair BM, Gordon LA. 2008. Gene acquisition at the insertion site for *SSCmec*, the genomic island conferring methicillin resistance in *Staphylococcus aureus*. *J. Bacteriol.* 190:1276–1283.
- Pasanen T, et al. 2010. A selective broth enrichment combined with real-time *nuc-mecA*-PCR in the exclusion of MRSA. *APMIS* 118:74–80.
- Robinson DA, Enright MC. 2004. Multilocus sequence typing and the evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin. Microbiol. Infect.* 10:92–97.
- Schijffelen MJ, Boel CE, Van Strijp JA, Fluit AC. 2010. Whole genome analysis of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus au-*

- reus ST398 isolate from a case of human endocarditis. *BMC Genomics* 11:376. doi:10.1186/1471-2164-11-376.
24. Schulz J, Formosa L, Seedorf J, Hartung J. 2011. Measurement of culturable airborne staphylococci downwind from a naturally ventilated broiler house. *Aerobiologia* 27:311–318.
  25. Schulz J, Hartung J. 2009. Detection of MRSA in pig house air by impingement followed by membrane filtration. *Gefahrstoffe-Reinhaltung Luft* 9:348–352.
  26. Schulz J. 2008. Estimation of airborne transmission distance for bioaerosols emitted from two types of broiler houses. Ph.D. dissertation. University of Bielefeld, Bielefeld, Germany.
  27. Seedorf J. 2004. An emission inventory of livestock-related bioaerosols for Lower Saxony, Germany. *Atmos. Environ.* 38:6565–6581.
  28. Seedorf J, et al. 1998. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in northern Europe. *J. Agric. Eng. Res.* 70:97–109.
  29. Spöhr M, et al. 2011. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in three dairy herds in southwest Germany. *Zoonoses Public Health* 58:252–261.
  30. Stegger M, et al. 2011. Rapid PCR detection of *Staphylococcus aureus* clonal complex 398 by targeting the restriction-modification system carrying *sauI-hsdS1*. *J. Clin. Microbiol.* 49:732–734.
  31. Takai H, et al. 1998. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *J. Agric. Eng. Res.* 70:59–77.
  32. Thrusfield M, Ortega C, DeBlas I, Noordhuizen JP, Frankena K. 2001. WIN EPISCOPE 2.0: improved epidemiological software for veterinary medicine. *Vet. Rec.* 148:567–572.
  33. Van de Giessen AW, et al. 2009. Occurrence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in rats living on pig farm. *Prev. Vet. Med.* 91:270–273.
  34. Van Loo I, et al. 2007. Emergence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* of animal origin in humans. *Emerg. Infect. Dis.* 13:1834–1839.
  35. Wulf MWH, Voss A. 2008. MRSA in livestock animals—an epidemic waiting to happen? *Clin. Microbiol. Infect.* 14:519–521.
  36. Wulf MWH, Verduin CM, Van Nes A, Huijsdens X, Voss A. 2012. Infection and colonization with methicillin resistant *Staphylococcus aureus* ST398 versus other MRSA in an area with a high density of pig farms. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 31:61–65.





# Zusammenstellung von Monitoringdaten zu Umwelt- konzentrationen von Arzneimitteln





# Langzeituntersuchungen zum Vorkommen von Tierarzneimitteln in Boden und Sickerwasser in Niedersachsen

Dr. Heinrich Höper

Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie  
Referat L3.4 Boden- und  
Grundwassermonitoring



## Zusammenfassung

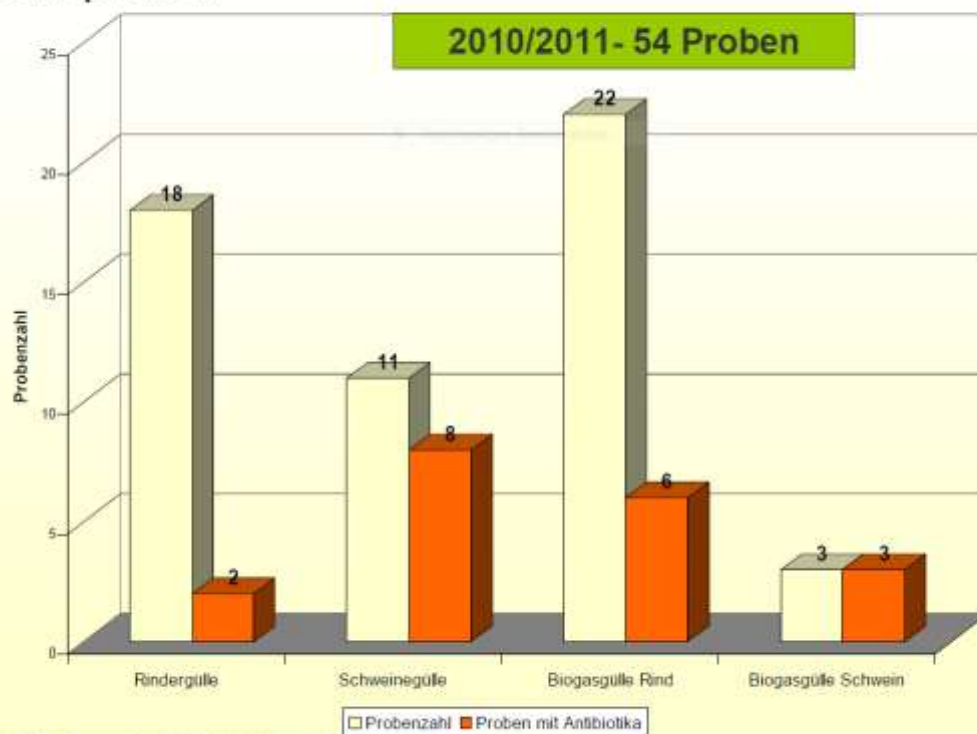
- ▶ Tetracycline und Sulfonamide werden vor allem in der Schweinehaltung relativ häufig eingesetzt und finden sich in Schweinegülle wieder.
- ▶ Sie kommen im Oberboden von Schweinegülle gedüngten Flächen relativ häufig vor, eine Verlagerung in den Unterboden findet nicht statt.  
Werte bei TC bis > 500 µg/kg Boden (0,5 mg/kg)
- ▶ Tetracycline werden stark sorbiert und nicht (kaum) ausgewaschen.
- ▶ Beim Tetracyclin wird auf einem Standort eine Akkumulation im Boden über 10 Jahre beobachtet.

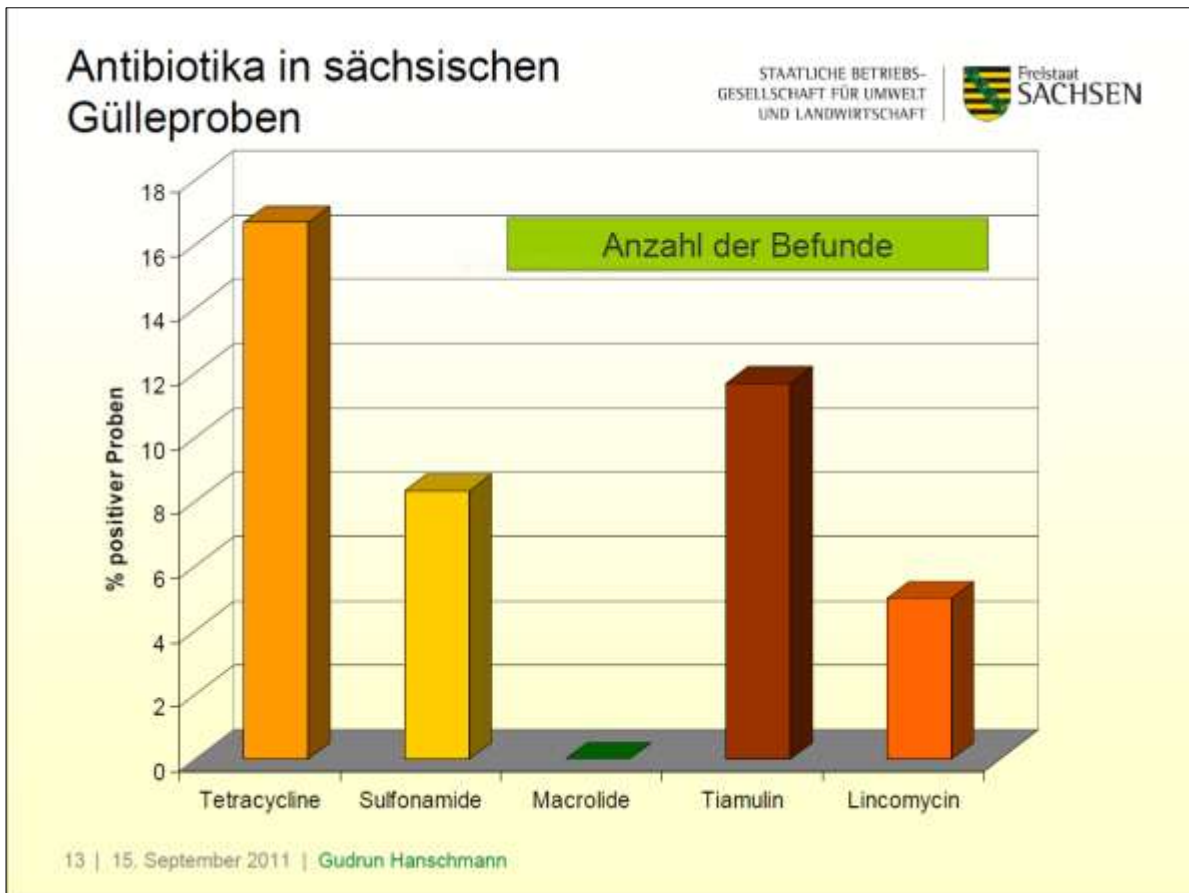


## Antibiotikaeinträge über die Gülle Erste Untersuchungen in Sachsen



## Antibiotika in sächsischen Gülleproben





## Ergebnisse und Diskussionspunkte

STAATLICHE BETRIEBSGESELLSCHAFT FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT | Freistaat SACHSEN

- 54 Gülleproben aus sächsischen Betrieben untersucht
- 35 % der Proben enthielten Antibiotika mit Gehalten bis zu 1,5 mg/kg in der Frischmasse
- Auf Grundlage dieser Voruntersuchungen wird ein Projekt initiiert (2012-2015):
  - Monitoring in 22 sächsischen Betrieben: 4 x pro Jahr Beprobung der Gülle, bei Befunden – Beprobung des Bodens und evtl. der Pflanze
  - Lysimeterversuch mit dotierter Gülle – Untersuchung des Antibiotikatransfers in Boden, Wasser und Pflanze
  - Erarbeitung eines Minimierungskonzeptes zur Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes in Zusammenarbeit mit den Betrieben

18 | 15. September 2011 | Gudrun Hanschmann

## Transfer von Arzneimittelrückständen in Böden und Pflanzen über Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft

### Zusammenfassung

Arzneimittel werden in der landwirtschaftlichen Tierproduktion zur Krankheitsvorbeugung und -bekämpfung eingesetzt. Nach Anwendung werden die Wirksubstanzen und ihre Abbauprodukte mit dem Urin bzw. Kot ausgeschieden. Über Wirtschaftsdünger wie Gülle oder Festmist können diese Stoffe in Böden eingetragen werden. In den vergangenen Jahren wurden eine Reihe von Studien zum Vorkommen und Verhalten verschiedener Tierarzneimittelwirkstoffe in der Umwelt durchgeführt. Verschiedene Arbeiten zeigen, dass sowohl unter Laborbedingungen als auch unter Feldbedingungen Veterinärpharmaka über den Boden von Wild- und Nutzpflanzen aufgenommen werden können. Allerdings ist die Datenlage in der Literatur insgesamt recht dürftig, es fehlt vor allem an Daten aus Versuchen, die unter praxisrelevanten Bedingungen durchgeführt wurden.

Vor diesem Hintergrund wurde in einem gemeinsamen Forschungsprojekt des CVUA Karlsruhe und des LTZ Augustenberg untersucht, ob zwei in der Nutztierhaltung häufig eingesetzte Antibiotika – Tetracyclin und Enrofloxacin – unter Feldbedingungen über den Pfad Gülle-Boden in Pflanzen gelangen können. Ausführliche Informationen zu den durchgeführten Versuchen und zu den Ergebnissen finden sich auf den nachfolgenden Seiten im Zwischenbericht aus dem Jahr 2009 (beschreibt die Versuche aus dem Jahr 2008) und im ergänzenden Abschlussbericht aus dem Jahr 2010 (fasst die Versuche aus dem Jahr 2009 zusammen). Es wurden umfangreiche Feldversuche mit Mais, Gerste und Weizen durchgeführt. Hierzu wurden zunächst Tetracyclin-haltiger Dünger und Enrofloxacin-haltiger Dünger angesetzt, jeweils einmal mit *realistischer* Wirkstoffkonzentration und einmal mit *Worst-Case*-Konzentration:

Tabelle 1: Konzentrationen der Wirkstoffe im Wirtschaftsdünger

	Tetracyclin	Enrofloxacin
<i>realistischer</i> Ansatz	0,3 mg/l	0,05 mg/l
<i>Worst-Case</i> -Ansatz	7 mg/l	1 mg/l

Das *realistische* Szenario geht von einer sechsmonatigen Mast und einer einmaligen Behandlung zur Einstellprophylaxe über 2 Tage des gülleliefernden Schweinebestandes aus. Das *Worst-Case*-Szenario schließt eine Einstellprophylaxe und zwei zusätzliche Behandlungen mit ein (Erkrankung während der Mast und Erkrankung am Mastende). Nach Ausbringung der Gülle wurden an mehreren Terminen Boden- und Pflanzenproben entnommen und anschließend analysiert. Im Falle der Versuche mit Gerste und Weizen (siehe

Forschungsvorhaben des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Ref. 77, Dr. Klaus Weiß  
Laufzeit: Okt. 2003 – Dez. 2007

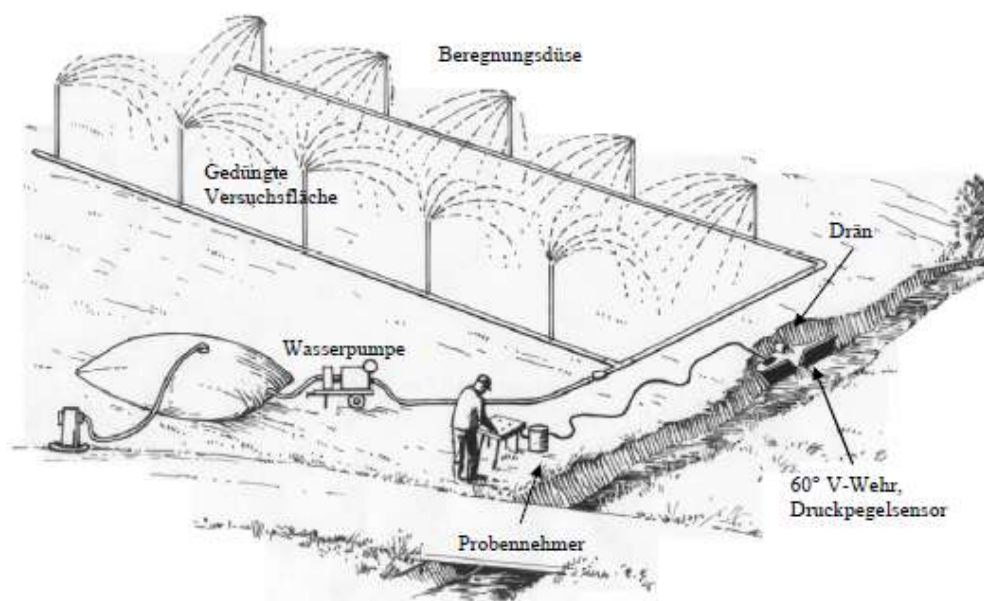
## Austrag von Tierarzneimitteln aus Wirtschaftsdünger in Sickerwasser, Grundwasser und oberirdische Gewässer

### Einleitung

Durch die intensive Tierhaltung werden vermehrt Tierarzneimittel angewandt. Zusätzlich zur Behandlung von Erkrankungen werden in den Mastbetrieben oft präventiv Antibiotika und Antiparasitika eingesetzt, insbesondere wenn der Stall neu belegt wird. Die vom behandelten Tier ausgeschiedenen Wirkstoffe sowie deren Abbauprodukte gelangen durch Stallmist und Gülle als Dünger in die Umwelt. Das Verhalten dieser Substanzen in Böden und im Sickerwasser ist noch weitgehend unbekannt.

### Zielsetzung

Ziel unserer Untersuchungen ist es, den Transport von ausgewählten Antibiotika und Antiparasitika über das Sickerwasser unter Einbeziehung des Standorttyps und der Bewirtschaftungsform flächenhaft zu bilanzieren und somit die bestehende Datenlücke zur Stabilität und Mobilität dieser Wirkstoffgruppen in der Umwelt zu verkleinern. Hierzu wurde auf gedüngten Standorten sowie über einem ehemaligen Trinkwassersammler das Auswaschungsverhalten von Antibiotika (Sulfadimidin, Enrofloxacin) und einem Antiparasitikum (Flubendazol) aus Schweinegülle bei simuliertem Starkregen untersucht. Mit flächenhaft durchgeführten Versuchen (300 m<sup>2</sup>) lassen sich im Gegensatz zu Laborexperimenten die Verfrachtungen über Grobporen (z.B. Maus- und Regenwurmgänge, Wurzelkanäle, Trockenrisse) verfolgen und quantifizieren.



Forschungsvorhaben des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Ref. 77, Dr. Klaus Weiß  
Laufzeit: Okt. 2003 – Dez. 2007

### ***Bisherige Ergebnisse***

Arzneimittel aus der intensiven Tierhaltung können über die Wirtschaftsdünger in beachtlichen Konzentrationen auf die Böden gelangen und über den schnellen Grobporenfluss auch in das oberflächennahe Grundwasser verlagert werden. Im Sickerwasser wurden zwischen 0,01 % und 16 % der mit der Gülle aufgebrauchten Arzneimittelwirkstoffe einschließlich der wichtigsten Abbauprodukte gefunden. Die Böden von Grünlandstandorten wiesen im Vergleich zu Ackerland eine deutlich größere Durchlässigkeit auf. Die höchste Belastung im Sickerwasser wurde bei Sulfadimidin mit 16 µg/l gemessen. Selbst im 4,5 m tief gelegenen Trinkwassersammler konnten Arzneimittel nachgewiesen werden. Eine umfassende Risikoabschätzung für die Umwelt ist noch nicht möglich, da keine Daten zur Langzeitwirkung der Arzneimittelwirkstoffe auf Wasser- und Bodenorganismen vorliegen. Im Sinne eines vorbeugenden Gewässerschutzes ist jedoch eine Düngieranwendung grundsätzlich zu vermeiden, wenn starke Niederschläge kurz nach der Ausbringung zu erwarten sind. Weiterhin sollte der Arzneimitteleinsatz in der Tierhaltung auf das absolut notwendige therapeutische Maß reduziert werden.

### ***Literatur zum Thema***

K. Weiß, W. Schüssler & M. Porzelt (2006): Quantifizierung von Sulfadimidin im Sickerwasser nach Beregnung gedüngter Flächen. *Vom Wasser* 104, 12-16

K. Weiß, W. Schüssler & M. Porzelt (2006): Sulfadimidin und Flubendazol im Sickerwasser nach Beregnung gedüngter Flächen. *Marktreidwitzer Bodenschutztag, Tagungsband 4*, ISSN 1439-0175, pp. 118-123

## **Tierarzneimittel in der Umwelt: Vorkommen, Verhalten, Risiken**

Gerd Hamscher

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover

### **Einleitung**

#### **Eintragspfade für Tierarzneimittel in die Umwelt**

Arzneimittel werden in der Human- und Veterinärmedizin in großen Mengen eingesetzt. Nach Applikation können diese Substanzen und ihre Metaboliten ausgeschieden werden und so in die Umwelt gelangen (Abb. 1). Erst in den letzten Jahren sind größere Studien zu Vorkommen, Verhalten und Effekten von Tierarzneimitteln in der Umwelt durchgeführt worden, obwohl diese Substanzen bereits seit vielen Jahrzehnten eingesetzt werden (Übersichten geben Boxall et al. 2003 und 2004; Thiele-Bruhn 2003; Kümmerer 2004).

Im Gegensatz zu den Humanarzneimitteln, bei denen der Eintrag in die Umwelt hauptsächlich über Kläranlagenabflüsse in die Oberflächengewässer erfolgt (Übersichten geben Daughton und Ternes 1999; Heberer 2002; Kümmerer 2004) ist für Tierarzneimittel der Eintragsweg über die Wirtschaftsdünger (z. B. Schweine- und Rindergülle, Hühnermist) in den Boden und dann in das Grundwasser von höchster Relevanz (s. a. Abb. 1).

Aktuelle Arbeiten über antibiotikabelastete Stallstäube (Hamscher et al. 2003a) und Nutzpflanzen (Grote et al. 2005; Kumar et al. 2005) zeigen allerdings, dass durchaus auch andere Eintragswege für Tierarzneimittel vorhanden sind und hier noch großer Forschungsbedarf besteht.

Sie sind hier: [Startseite](#) > [Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH - Aktuelles](#) > [Umweltbewertung der Arzneimittel](#) > Workshop Monitoring Arzneimittel

## Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH

### Arzneimittel

Letzte Änderung: 20.10.2011

#### Workshop Monitoring Arzneimittel

Ergebnisse des UBA-Workshops: Monitoring von Arzneimitteln in der Umwelt – Notwendigkeit, Erfahrungen, und Perspektiven für die Arzneimittelzulassung am 14./15.09.2011

**Arzneimittelrückstände in Gewässern sind ein wachsendes Problem. Um mögliche Umweltrisiken zu erkennen und effektvolle Minderungsmaßnahmen ableiten und ergreifen zu können, müssen Arzneimittel und ihre Abbauprodukte zielgerichtet gemessen und erfasst werden.**

Rückstände von Human- und Tierarzneimitteln sind mittlerweile in fast allen Oberflächengewässern zu finden – Wirkstoffe wie Diclofenac, Carbamazepin und Sulfamethoxazol werden häufig als Problemstoffe identifiziert. Vereinzelt treten auch Funde in Grund- und Trinkwasser auf. Eine aktuelle Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes hat ergeben, dass allein in Deutschland bisher mehr als 150 verschiedene Arzneimittelwirkstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten gefunden wurden. Eine Vielzahl dieser Wirkstoffe wie z. B. Hormone, Schmerzmittel und Antibiotika besitzt ein hohes Potential, Umweltorganismen wie Fische und Kleinstlebewesen zu schädigen. Selbst in kleinen Fließgewässern in Gebieten mit geringer Bevölkerungsdichte können in Abhängigkeit vom Abwassereintrag hohe Belastungen mit Arzneimitteln auftreten.



Das Umweltbundesamt hatte am 14. und 15.09.2011 Experten von Länderbehörden, Wissenschaft und Industrie zu einem Workshop eingeladen, um aktuelle Arzneimittel-Messungen aus der Gewässerüberwachung der Bundesländer vorzustellen und Möglichkeiten zu diskutieren, diese Ergebnisse für ein Monitoring in Rahmen der Arzneimittelzulassung zu nutzen. Weiterhin wurde erläutert, welche Stoffe prioritär zu untersuchen wären und ob das chemisch-analytische Monitoring mit Methoden des Biomonitoring, also der Beobachtung von Effekten an Umweltorganismen, gekoppelt werden könnte.

Die Teilnehmer des Workshops waren sich einig, dass ein gezieltes Monitoring für Wirkstoffe mit hoher Umweltrelevanz die Bewertung von Arzneimitteln verbessern und deren Umweltsicherheit erhöhen könnte. Problemstoffe können so besser erkannt werden. Die erhobenen Daten sollten auch im Zulassungsprozess von Human- und Tierarzneimitteln Berücksichtigung finden. Darüber hinaus wurde auch auf die stärkere Berücksichtigung des Auftretens und der Wirkung von Metaboliten und Transformationsprodukten betont.

Besonders wichtig ist ein Umweltmonitoring von Altarzneimitteln, die bereits vor der Einführung der Umweltbewertung bei der Zulassung auf dem Markt waren. Daher fordert das Umweltbundesamt seit langem ein systematisches Programm zur Bewertung kritischer Altarzneimittel.

#### Vorträge

Vortragender und Institution	Titel des Vortrages
Ina Ebert, Umweltbundesamt	Monitoring von Arzneimitteln in der Umwelt – ein Werkzeug zur Verbesserung der Umweltrisikobewertung? <a href="#">Abstract PDF / 21 KB</a> <a href="#">Präsentation PDF / 433 KB</a>
Dr. Heinz Rüdell, Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie	Stoffbezogenes Umweltmonitoring - von der Probennahme zur Datennutzung <a href="#">Abstract PDF / 19 KB</a> <a href="#">Präsentation PDF / 562 KB</a>
Dr. Friederike Vietoris, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	Arzneimittelmonitoring nach WRRL und Umweltqualitätsziele <a href="#">Abstract PDF / 29 KB</a> <a href="#">Präsentation PDF / 1.12 MB</a>
Dr. Uwe Dünnbier, Berliner Wasserbetriebe	

[http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/arzneimittel/workshop\\_monitoring\\_arz...](http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/arzneimittel/workshop_monitoring_arz...) 23.11.2012



1

## MRSA aus umwelthygienischer Sicht

19. gemeinsame Tagung der Amtstierärzte und Amtsärzte  
am 08. Juni 2011 im Schloss Schlemmin

Christoph Baudisch  
Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern  
Abteilung Gesundheit  
Dezernat Umwelthygiene und Umweltmedizin  
[christoph.baudisch@lagus.mv-regierung.de](mailto:christoph.baudisch@lagus.mv-regierung.de), [www.lagus.mv-regierung.de](http://www.lagus.mv-regierung.de)



LAGUS  
LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND SOZIALES



Mecklenburg  
Vorpommern  
MV hat guts

18


## Gesundheitliche Bewertung

- Die Möglichkeit einer aerogenen Übertragung von Staph. aureus bzw. MRSA wird in der Literatur als gegeben angesehen [7], [1].


**Gesundheitliche Bewertung:**

- Besiedlung (mit MRSA) führt zu einer Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Infektion [13]
- Zunahme der epidemischen Ausbreitung von MRSA (Zusatzkosten)
- Teilweise gravierende gesundheitliche Auswirkungen im Falle einer Infektion bis hin zum Tod (siehe oben), die im Wesentlichen erst im Krankenhaus in Erscheinung tritt.
- Entwicklung obligat pathogener Arten nicht ausgeschlossen.
- Ausbildung von Resistenzen ist auch bei anderen pathogene Bakterien erwiesen [7] (siehe auch EHEC)
- Bei stark erhöhten Staph. a.-Konzentrationen von einigen tausend KBE/m<sup>3</sup> in der Wohnbebauung steigt die Wahrscheinlichkeit der Übertragung anderer Infektionen aus dem Stall.

[13] KLUYTMANS, J., A. VAN BELKUM u. H. VERBRUGH (1997): Nasal carriage of Staphylococcus aureus: epidemiology, underlying mechanism, and associated risks. Clin. Microbiol. 33, 1122-1128



LAGUS  
LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND SOZIALES



Mecklenburg  
Vorpommern  
MV hat guts

**Landesamt für Gesundheit und Soziales**  
 Abteilung Gesundheit  
 Krankenhaushygiene, Allgemeine Hygiene

**Mecklenburg Vorpommern**

# Themenkomplex MRSA

## ➤ aus humanmedizinischer Sicht

Christiane Backhaus-Pohl, LAGuS Rostock  
 Dezernat Krankenhaushygiene  
 19. Gemeinsame Tagung der Amtstierärzte und Amtsärzte  
 am 08. Juni 2011 in Schlemmin

**LAGuS**

**Landesamt für Gesundheit und Soziales**

**Wie breiten sich MRSA aus?**

**Medizinische Einrichtungen**

- ✓ Krankenhäuser
- ✓ Reha-Einrichtungen
- ✓ Alten- und Pflegeeinrichtungen
- ✓ Ambulante Praxen

**Risikofaktoren**

- ✓ stationäre Liegedauer/ ITS-Behandlung
- ✓ Immunschwäche
- ✓ Stoffwechsel- und chronische Erkrankungen
- ✓ Hauterkrankungen
- ✓ Invasive Zugänge
- ✓ Katheter und Kunststoff-implantate

**Übertragungswege**

- ✓ endogen oder **exogen**:
  - Durchf. Invasiver Maßnahmen
  - Übertragung durch die Hände des Personals
  - Übertragung durch andere MRSA-Patienten
  - Übertragung durch die unbelebte Umwelt/ kontam. Materialien

19. Gemeinsame Tagung der Amtstierärzte und Amtsärzte am 08. Juni 2011

© AGuS - Working Document Page 10

**LAGuS**

BUNDESINSTITUT  
FÜR RISIKOBEWERTUNG

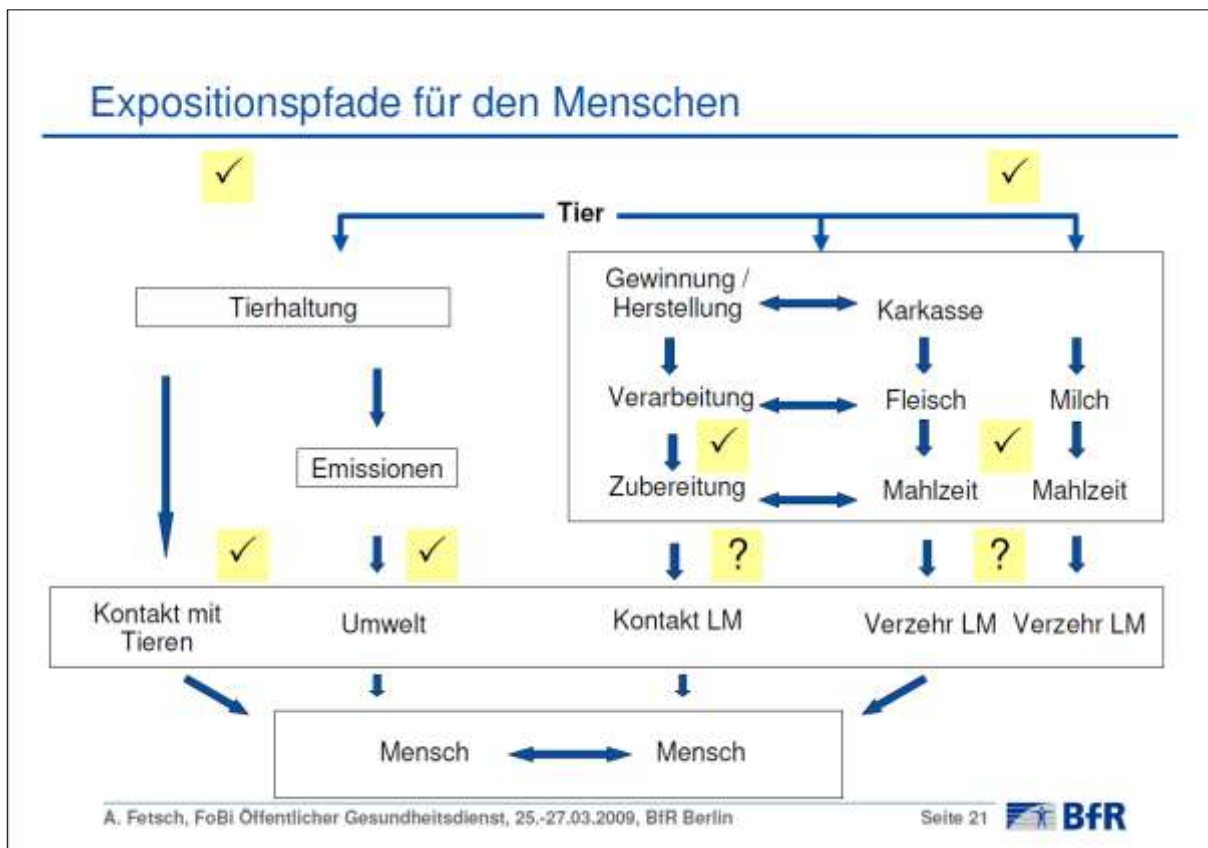


Risiken erkennen - Gesundheit schützen

## MRSA in der Lebensmittelkette – Wie groß ist das Verbraucherrisiko?

Alexandra Fetsch  
& B.-A. Tenhagen, A. Käsbohrer, J. Bräunig, B. Appel

Nationales Referenzlabor für Koagulase positive Staphylokokken  
Nationales Referenzlabor für Antibiotikaresistenz  
Abteilung Biologische Sicherheit



## MRSA – eine vorläufige Risikoabschätzung

---

MRSA hat ein zoonotisches Potential

Exposition des Menschen in Deutschland **über verschiedene Wege und Tierarten** ist nicht auszuschließen

**Besonders gefährdete Personengruppen: Landwirte, Tierärzte**

Die Bedeutung der verschiedenen Wege und Tierarten kann derzeit nicht quantitativ bewertet werden

Eine weite Verbreitung und Ausbreitung des Erregers ist zu befürchten

Eine erhöhte Exposition (auch über Menschen) ist nicht auszuschließen

Review: Tierarzneimittel in der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung von Stall... Seite 1 von 2

[Find out how to access preview-only content](#)

Close

Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit  
May 2008, Volume 3, Issue 2, pp 165-175

## Review: Tierarzneimittel in der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung von Stallstäuben

### Zusammenfassung:

Weltweit werden in zunehmenden Umfang Untersuchungen zu Vorkommen, Verhalten und möglichen Effekten von Human- und Tierarzneimitteln in der Umwelt durchgeführt. Der Einsatz beträchtlicher Mengen an Tierarzneimitteln führte in erster Linie zum Eintrag von antibiotisch wirksamen Stoffen wie Tetracyclinen und Sulfonamiden in Gülle, Stallstaub, Boden, Oberflächengewässer und in seltenen Fällen auch in das Grundwasser. Auch die Verlagerung von Tierarzneimitteln über den Boden in Nutzpflanzen wurde nachgewiesen. Die höchsten Tierarzneimittelkonzentrationen fand man in Gülle und Stallstaub (mg/kg-Bereich).

Spurenkonzentrationen wurden in Oberflächen- und Grundwasser detektiert (unterer µg/L-Bereich). Akute toxische Effekte z. B. auf Wassermikroorganismen sind durch die gemessenen Tierarzneimittel-Konzentrationen nicht zu erwarten. Ob die Antibiotikaeinträge in Boden und Grundwasser im subtherapeutischen Konzentrationsbereich allerdings zu einer Resistenzbildung bei Bodenbakterien beitragen oder mikrobiologische Lebensgemeinschaften nachhaltig verändern können, lässt sich zurzeit nicht abschließend beurteilen. Durch landwirtschaftliche Stäube ist auch eine unmittelbare Aufnahme von Veterinärantibiotika durch den Menschen möglich.

Eingegangen: 13. März 2008; angenommen: 14. März 2008



**Tierarzneimittel aus der Intensivtierhaltung als neue  
Umweltkontaminanten – Untersuchungen zu Eintrag und Verhalten  
verschiedener Antibiotika in der Umwelt mittels  
Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie-  
Tandemmassenspektrometrie**

Vom Fachbereich Chemie der Universität Hannover  
zur Erlangung des Grades  
Doktorin der Naturwissenschaften  
Dr. rer. nat.

genehmigte Dissertation

von  
**Staatl. gepr. Lebensmittelchemikerin**  
**Heike Pawelzick**  
geboren am 23.03.1976 in Würzburg

2005

**Tierarzneimittel aus der Intensivtierhaltung als neue Umweltkontaminanten – Untersuchungen zu Eintrag und Verhalten verschiedener Antibiotika in der Umwelt mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie-Tandemmassenspektrometrie**

Heike Pawelzick

**Zusammenfassung**

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen zu Vorkommen, Verhalten und möglichen Effekten von Human- und Veterinärpharmaka in der Umwelt durchgeführt. Der Einsatz beträchtlicher Mengen an Tierarzneimitteln führte hauptsächlich zum Eintrag von Tetracyclin- und Sulfonamidantibiotika in Gülle, in Boden und Sedimente, in Oberflächengewässer und im Falle der Sulfonamide vereinzelt auch in das Grundwasser. Dabei nahmen die Umweltkonzentrationen mit zunehmender Entfernung von der Eintragsquelle ab. Die höchsten Konzentrationen wurden in Gülle gefunden (mg/kg-Bereich), gefolgt von denen in Sedimenten ( $\mu\text{g}$ -mg/kg-Bereich) und Böden ( $\mu\text{g}$ /kg-Bereich), bis hin zu Spurenkonzentrationen in Oberflächen- und Grundwässern ( $\mu\text{g}$ /L-Bereich). Unter anderem auch aufgrund eines Mangels an verlässlichen und sensitiven Analysenverfahren war über das Verhalten der Tetracycline und Sulfonamide, insbesondere unter Feldbedingungen, wenig bekannt. Durch Anwendung sensitiver und selektiver HPLC-MS/MS-Technik konnten im Rahmen dieser Arbeit Felduntersuchungen zum Vorkommen und Verhalten verschiedener Antibiotika im erweiterten landwirtschaftlichen Umfeld realisiert werden.

Bereits etablierte analytische Methoden zur Bestimmung verschiedener Tetracycline in unterschiedlichen Umweltmatrices wurden erfolgreich auf die Substanzgruppe der Sulfonamide übertragen. Sulfonamide wurden, wie für die Tetracycline beschrieben, aus Gülle und Boden mittels Flüssig/Flüssig-Extraktion und aus matrixreichem Grundwasser mittels Festphasen-Extraktion extrahiert. HPLC-ESI-MS/MS wurde angewandt, um die Sulfonamide selektiv und sensitiv zu detektieren. Die Bestimmungsgrenzen waren 0,02–0,05 mg/kg für Gülle, 2–5  $\mu\text{g}$ /kg für Sandboden und 0,05–0,1  $\mu\text{g}$ /L für matrixreiches Grundwasser. Die Wiederfindungsraten lagen zwischen 72 % und 108 % in Gülle bei einer Präzision kleiner 10 %, bei maximal 53 % in Sandboden bei einer Präzision von 12–18 % und zwischen 54 % und 93 % in matrixreichem Grundwasser bei einer Präzision von 11–21 %.

Für beide Substanzklassen wurde die enorme Methodenrobustheit für die komplexe Matrix Boden an zehn weiteren Bodentypen, die sich in wichtigen Bodencharakteristika wie pH-Wert, Korngrößenverteilung und organischem Kohlenstoffgehalt unterschieden, demonstriert. Die Robustheit und breite Anwendbarkeit prädestinierte diese Methode gerade für die Routineanalytik.

Kürzlich wurde Tetracyclin bei einer landwirtschaftlichen Nutzfläche (Sandboden) in Konzentrationen von mehreren Hundert  $\mu\text{g}/\text{kg}$  nachgewiesen. Seinerzeit wurde gezeigt, dass Tetracyclin im Oberboden persistiert und möglicherweise dort durch wiederholte Gülleausbringung akkumuliert. Eine Verlagerung in tiefere Bodenschichten oder oberflächennahes Grundwasser wurde damals nicht beobachtet. Die Fortführung dieser Feldstudien in den Jahren 2001 bis 2004 ergab nun ein konstantes durchschnittliches Rückstandsniveau von  $152 \pm 52 \mu\text{g}/\text{kg}$  Tetracyclin im Oberboden, aber keine weitere Anreicherung. Eine Verlagerung dieser Verbindungen in das Grundwasser ( $0,05\text{--}0,13 \mu\text{g}/\text{L}$ ) wurde trotz einer sehr starken Sorption im Oberboden nach vierjähriger Studiendauer erstmals Ende 2003 beobachtet. Untersuchungen der ausgetragenen Gülle ergaben, dass der Ackerboden darüber hinaus auch mit signifikanten Mengen an Sulfadiazin und Sulfamethazin beaufschlagt wurde. Dennoch wurde im Oberboden lediglich Sulfamethazin in Konzentrationen von nur wenigen  $\mu\text{g}/\text{kg}$  detektiert. Trotz der geringen Beständigkeit in Gülle und Boden konnte Sulfamethazin wiederholt in Grundwasserproben, die mit Saugkerzen in 1,40 m-Bodentiefe gewonnen wurden, in Konzentrationen bis zu  $0,24 \mu\text{g}/\text{L}$  nachgewiesen werden.

Ein für Nordwestdeutschland repräsentatives Monitoring verschiedener Ackerflächen ergab zudem, dass potenziell jede Dritte mit Tetracyclinrückständen von mehr als  $100 \mu\text{g}/\text{kg}$  kontaminiert sein kann. Sulfonamide waren auch hier nur in Konzentrationen von wenigen  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Boden vorhanden.

Diese Studien zeigen zum ersten Mal den Eintrag von Tetracyclin vom Boden in das Grundwasser sowie darüber hinaus die kontinuierliche Verlagerung von Sulfamethazin in dieses Umweltkompartiment. Akute toxische Effekte z. B. auf Wassermikroorganismen sind durch die gemessenen Konzentrationen nicht zu erwarten. Ob die Antibiotikaeinträge in das Grundwasser im subtherapeutischen Konzentrationsniveau allerdings zu einer Resistenzbildung bei aquatischen Bakterien beitragen, kann zurzeit nicht abschließend beurteilt werden.

Ergänzend zu den Feldstudien des Eintragspfades Gülle – Boden – (oberflächennahes) Grundwasser wurde eine Pilotstudie bei Aquakulturbetrieben in Niedersachsen durchgeführt. Dieses Screening zeigte, dass der Eintragspfad Aquakultur – Sediment – Oberflächenwasser hierzulande noch von untergeordneter Bedeutung ist.



Ein bislang unbekannter Eintragungsweg von Antibiotika in die Umwelt mit einem möglicherweise größeren Risiko für den Menschen wurde für Stäube aus der Intensivtierhaltung entdeckt. Die Belastung von Stäuben, die in einem Schweinestall in den Jahren 1981–2000 gesammelt wurden, mit bis zu fünf verschiedenen Substanzen, konnte ebenfalls mittels HPLC-ESI-MS/MS-Analytik gezeigt werden. In 80 % der Proben konnte Tylosin und in 65 % der Proben Sulfamethazin nachgewiesen werden. Beide Verbindungen sind als Allergene bekannt und könnten somit zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung des Landwirtes durch die Inhalation dieses Staubes beitragen. Auch die zeitweilige Exposition gegenüber Chloramphenicol, dessen Einsatz insbesondere wegen seines genotoxischen Potenzials seit 1994 EU-weit in der Tierhaltung verboten ist, konnte retrospektive über die Analyse von Staubproben nachgewiesen werden. Dies zeigt, dass über die Analyse von Stallstäuben auch Rückschlüsse auf die veterinärmedizinische Praxis gezogen werden können.

*Schlagerworte:* HPLC-MS/MS, Umweltkontaminanten, Veterinärantibiotika



x Anlage

- 1) } besonders schöne Aussichtspunkte
- 2) }
- 3) }
- 4) }



- ① Kreislicher Radwanderweg Güstrow
- ② Ausblick
- ③ Ausblick
- ④ Kreislicher Radwanderweg Güstrow
- ⑤ Schenke Kleeden, Baudenkmal
- ⑥ Rotbuche Naturdenkmal
- ⑦ Stieleiche "
- ⑧ Linde "
- ⑨ Stieleiche
- ⑩ Hainbuche

