

## 4.6. Desinfektion von Flüssigmist, Schmutzwasser und Milch

### **Checkliste:**

- Welche Übertragungswege und welche Tenazität sind für die Erreger der vorliegenden Tierseuche bekannt?
- Muss der Flüssigmist desinfiziert werden?
- Sind ausreichend Behälter zur Flüssigmistdesinfektion und Lagerung vorhanden (Volumenzunahme bei Zumischung des Desinfektionsmittels beachten!)?
- Ist adäquates Rührwerk vorhanden?
- Welche Dekontamination wird genutzt?
  - o Chemische Desinfektion, vorzugsweise Kalkmilch?
  - o Langzeitlagerung?
  - o Thermische Desinfektion unter Temperaturüberwachung und Wirksamkeitsnachweis?
  - o Ausbringen auf zuvor gekalkten Boden mit *Strip till*-Verfahren?
  - o Direktzugabe eines Desinfektionsmittels beim Umpumpen?

### Grundsätzliches

Flüssigmist, Jauche, Milch und Reinigungswasser können Tierseuchenerreger in unterschiedlicher Konzentration enthalten aber gemeinsam desinfiziert werden<sup>1-4</sup>. Der Feststoffgehalt des Flüssigmistgemisches sollte nicht höher als 12 - 15 % sein, da die Homogenisierbarkeit bei höheren Feststoffgehalten schwierig ist<sup>5</sup>. Feststoffe, die aus Flüssigmist abgeschieden wurden, sind wie Festmist zu behandeln<sup>6</sup>. Bei Arbeiten in tiefen geschlossenen Gruben ist die Gefahr für Personen und der Arbeitsschutz zu beachten<sup>6</sup>.

Die Flüssigmistwirtschaft stellt in der Rinder- und Schweinehaltung mengenmäßig die Hauptwirtschaftsform dar. Im Zuge der Transformationsprozesse der Landwirtschaft und der Zunahme der einzelnen Bestandsgrößen ist der zu desinfizierende Flüssigmist häufig ein erhebliches Mengen-Problem. Im größeren Ausbruchsgeschehen ist bei Erregern mit hoher Tenazität mit einem sprunghaften Bedarf an Desinfektionsmitteln im Kilotonnenbereich zu rechnen. Es ist absehbar, dass die chemische Industrie hier schnell an Kapazitätsgrenzen stößt. Umso wichtiger ist die Prävention und die Überprüfung der Einhaltung der Maximalfüllhöhen aller Güllelager, um im Ausbruchfall schnell, rigoros und zuverlässig den Einzelbetrieb zu desinfizieren und Verschleppungen zu verhindern. Biologische Desinfektionsverfahren für Milch und Flüssigmist sind derzeit in der laborexperimentellen Überprüfung. Als derzeitige Alternative zur chemischen Desinfektion steht nur die Langzeitlagerung zur Verfügung.

### Chemische Desinfektion des Flüssigmistes

Eine praktikable Methode ist die Desinfektion des Flüssigmistes durch Zumischung von Kalkmilch (ca. 40 %), welche im Tankfahrzeug handelsüblich angeliefert werden kann. Bei der Anwendung von Löschkalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) in Pulverform kann es zu unlöslichen Sinkschichten kommen. Die Benutzung von Peressigsäure (PES) führt zu erheblicher Schaumbildung<sup>7</sup>, so dass hier zu Beginn der Zumischung der Güllebehälter nur etwa halb befüllt sein sollte<sup>8</sup>. Der Schaumbildung kann mit handelsüblichen Entschäumern für Abwässer (z. B. Fettsäurederivate; 50 bis 100 ppm Zugabe vor langsamer Peressigsäurezugabe) oder durch Ansäuerung entgegengewirkt werden. Die spezifischen Aufschäumeigenschaften der spezifischen Gülle bzw. die Entschäumereigenschaften sind vor Anwendung in kleinem Maßstab vor Ort z. B. in einem Eimer testbar.

Gegenüber den Wirkstoffen Kalk, Ameisensäure und NaOH ist Peressigsäure deutlich teurer, die benötigte Wirkstoffkonzentration jedoch häufig deutlich geringer (Tabelle 1).

Bei einer Flüssigmistdesinfektion im belegten Stall sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, wie Vermeidung von schädlicher Aerosolbildung oder Ausgasungen, Vermeidung von Tierkontakten mit Flüssigmist und Desinfektionsmitteln.

In Gülle ist anorganisch oder organisch gebundener Schwefel enthalten. Bei der chemischen Desinfektion muss mit der Bildung bzw. einer Freisetzung von Schwefelwasserstoff gerechnet werden. Unter alkalischen Bedingungen wird der Schwefelwasserstoff als unschädlicher Sulfid gebunden. Bei Zugabe von sauren Stoffen kann es durch entsprechende chemische Reaktionen (z.B. Säure- und Base-Reaktionen) zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff in gefährlicher Menge kommen. Daher ist vor Zugabe von Säuren aber auch von Laugen gemäß TRAS 120 Abschnitt 2.7 und TRGS 529 Abschnitt 4.4.3 im Rahmen einer Einzelfallprüfung ein Reaktionstest durchzuführen <sup>9</sup>.

Um eine bestmögliche Wirkung des eingesetzten Desinfektionsmittels zu erzielen, muss sowohl der Flüssigmist, als auch das Flüssigmist-Desinfektionsmittel-Gemisch zum Erhalt der Homogenität ständig bzw. regelmäßig gerührt werden. Hierfür sind Behälter mit ausreichendem Fassungsvermögen und ein leistungsstarkes Rührwerk notwendig <sup>5</sup>. Dabei erfolgt das Einfüllen des Desinfektionsmittels idealerweise in den Turbulenzbereich des Rührers <sup>5</sup>. Während der viertägigen Einwirkzeit wird in regelmäßigen Abständen mindestens für z. B. 1 h/Tag homogenisiert <sup>1</sup>. Es muss sichergestellt werden, dass der gesamte **Behälterinhalt** durchmischt wird, sodass keine Sinkschichten bestehen bleiben. Bei eckigem Behälter können z. B. durch mobile oder schwenkbare Rührwerke auch die Ecken erreicht werden. Begleitende mikrobiologische Untersuchungen können den Desinfektionserfolg überprüfen.

Während der laufenden Desinfektionsmaßnahme ist sicherzustellen, dass kein weiterer Flüssigmist zugeführt wird.

**Tabelle 1: Empfehlungen zur chemischen Desinfektion von Flüssigmist** (modifiziert nach Strauch u. Böhm, Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft, Enke-Verlag, 2002)

Wirkstoff (Handelsübliche Konzentrationen)	vegetative Bakterien	unbehüllte Viren	behüllte Viren	Mykobakterien	Sporen	Volumenreserve des Behälters
<b>40 %ige Kalkmilch</b> 40 kg Ca(OH) <sub>2</sub> in 100 l Wasser lösen	30-60 <sup>9</sup> l/m <sup>3</sup>	60 l/m <sup>3</sup>	40 l/m <sup>3</sup>	60 l/m <sup>3</sup>	-	6 %
Einwirkzeit	4 Tage	4 Tage	4 Tage	4 Tage ***		
<b>Natronlauge</b> 50 %ig Ausnahmegenehmigung nach §55 BiozidVO nötig	30 l/m <sup>3</sup> (1,5 % NaOH pH-Wert >12)	30 l/m <sup>3</sup> (1,5 % NaOH pH-Wert >12)	20 l/m <sup>3</sup> (1 % NaOH pH-Wert >12)	-	-	4 %
Einwirkzeit	4 Tage	4 Tage	4 Tage			
<b>Formaldehyd</b> 37 %ig	15 l/m <sup>3</sup> (0,6 % Formaldehyd)	15 l/m <sup>3</sup> (0,6 % Formaldehyd)	10 l/m <sup>3</sup> (0,37 % Formaldehyd)	25 l/m <sup>3</sup> (0,93 % Formaldehyd)	bis 5 % FS: 50 l/m <sup>3</sup> 5-10 % FS: 100 l/m <sup>3</sup>	2 %
Einwirkzeit	4 Tage	4 Tage	4 Tage	14 Tage	4 Tage	
<b>Peressigsäure</b>	0,375 % Peressigsäure	-	0,6 % Peressigsäure	2 %* Peressigsäure	2 %* Peressigsäure	Im Kleinstbehältnis mit homogener Gülle <u>vor-testen</u> (wegen z.T. sehr starker Schaumbildung, ggf. Entschäumer nutzen)
Einwirkzeit	4 Tage	4 Tage	4 Tage	4 Tage	4 Tage	
<b>Kalkstickstoff</b> 10-12 **	20 kg/m <sup>3</sup>	-	-	20 kg/m <sup>3</sup>	-	-
Einwirkzeit	7 Tage			1 Monat		

FS Feststoffgehalt

\* Extrapolierte Werte <sup>7</sup>, mit Sicherheitsreserve, mit erheblicher Geruchsbildung ist zu rechnen

\*\* Ein starkes Rührwerk zum Einrühren des Kalkstickstoffs ist unbedingt notwendig, um seine Lösung zu erreichen, sonst setzt er sich am Boden ab und ist nur schwer wieder aus dem Behälter zu entfernen.

\*\*\* zur Präventionsmaßnahme gegen die Verbreitung von Mykobakterien bei der Gülleausbringung mit anschließender sofortiger Einarbeitung der Gülle in den Boden während des Ausbringens (Unterflur-aus-bringung, Injektion) oder unmittelbar nach dem Ausbringen mittels Prallteller oder Schleppschläuchen (Unterpflegen).

## Nachbehandlung / Ausbringen

Nach der Einwirkungszeit soll der Flüssigmist möglichst bodennah auf Ackerland ausgebracht werden, idealerweise durch Eindringen oder, wenn dies nicht möglich ist, mit anschließendem Unterpflügen (keine Ausbringung in Wasserschutzgebieten, Zonen I und II).

Bei der Anwendung von Kalk, Natronlauge, Formaldehyd und Peressigsäure ist in den angegebenen Konzentrationen bei der Ausbringung bis zu 20 m<sup>3</sup>/ha nicht mit Umwelt- oder Pflanzenschädigungen zu rechnen<sup>1</sup>. Bei Einsatz von Natronlauge und Kalk kommt es zum Verlust an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Flüssigmist<sup>13</sup>.

Desinfizierter Flüssigmist sollte bald ausgebracht werden, um Korrosionsschäden am Behälter zu vermeiden<sup>6</sup>.

## Alternativen

Alle Alternativen sind nach Ermessen der zuständigen Behörde und nach den Angaben im jeweiligen Tierseuchen-spezifischen Kapitel zu nutzen.

Zur Sicherheit oder zur Verkürzung der Einwirkzeit kann auch hier, wie bei der Desinfektion von Festmist (Kapitel V 4.5), eine Methode zur Überprüfung der Desinfektion angewendet werden. Ob und welche Methode angewendet wird, liegt im Ermessen der zuständigen Behörde.

## **Selbsterhitzung**

Eine Selbsterhitzung erfolgt bei der Lagerung von Flüssigmist nicht. Somit kommt es auch zu keiner schnellen Abtötung von Infektionserregern<sup>3</sup>. Bei Verfahren zur Behandlung von Flüssigmist, die durch aktive Luftzufuhr zu einer Selbsterhitzung führen (aerob-thermophile Stabilisierung, ATS), müssen für eine erfolgreiche Desinfektion strenge Bedingungen eingehalten werden (Temperatur > 50 °C für 3 Tage bei pH > 8,5)<sup>6, 14-21</sup>.

## **Lagern**

Ist eine Desinfektion des Flüssigmistes nicht durchführbar, kann durch Langzeitlagerung des Flüssigmistes (3 bis 6 Monate) eine weitgehende Beseitigung der Infektionsgefahr erreicht werden, wenn diese Möglichkeit bei den einzelnen Tierseuchen im speziellen Teil ausdrücklich erwähnt wird. Dem zu entsprechenden Flüssigmist darf während der Lagerung kein weiterer Flüssigmist zugesetzt werden. Nach der anschließenden Ausbringung auf Ackerland muss der Flüssigmist sofort untergepflügt bzw. bei der Ausbringung eingedrillt werden. Anschließend sind die dazu benutzten Geräte sorgfältig zu desinfizieren.

## **Eindringen**

Als seuchenhygienisch vertretbare Lösung bietet sich die Injektion des Flüssigmistes in den Boden bei bestimmten Tierseuchen an.

Um einer möglichen Verschleppungsgefahr von Viren bei Ausbringung bzw. beim Eindringen von nicht desinfiziertem Flüssigmist vorzubeugen, ist ein „absätziges“ Verfahren, zwei- bis dreistufiges Verfahren zu praktizieren: (Güllelagerung) - Kalkung der Ausbringflächen - Injektion<sup>3, 22</sup>.

### Kalkung: Gilt als wichtige Voraussetzung beim Eindringen!

Bei der Kalkung der ausgewählten Ausbringfläche(n) in den Mengen einer üblichen „Erhaltungskalkung“ mit mindestens 500 kg Branntkalk oder 600 kg Kalkstickstoff bzw. 500 - 1000 kg Kalkhydrat oder Calciumcarbonat pro ha oder einer 20 - 40%igen Kalkmilch aus gelöschtem Branntkalk mit 4 bzw. 2 l pro m<sup>2</sup>, ist davon auszugehen, dass durch den Kalkeinsatz eine leichte pH-Werterhöhung in den oberflächlichen Bodenschichten stattfindet, was zu einer reduzierten Überlebensfähigkeit der Infektionserreger führt. Eine Virusverschleppung durch die Adsorption der Viruspartikel an die gekalkten Bodenbestandteile kann dadurch eingeschränkt bzw. unterbunden werden. Dies beugt einer aerogenen

Verbreitung von Viren und bakteriellen Erregern bei der Ausbringung auf bzw. in den Boden vor. Die Kalkung der Ausbringflächen für Flüssigmist sollte allerdings vor Beaufschlagung mit kontaminierten organischen Substraten erfolgen, damit keine Verschleppung von Tierseuchenerregern mit den Reifen des Schleppers oder des Ausbringgerätes erfolgt. Werden zur Kalkung nach der Gülle- oder Gärresteausbringung in einem zweiten Schritt die gedüngten Flächen mit Gerätschaften erneut befahren, ist diese Möglichkeit nicht auszuschließen. Ideal wären Gerätschaften, die in einem Arbeitsgang Kalkung und Einarbeitung ermöglichen, z. B. mit einem an der Fronthydraulik angekoppelten Behälter für die Kalkung und ein am Heck des Schleppers angehängtes Drillgerät für die Injektion der Gülle- oder Gärreste.

Wichtig beim Ausbringen ist das Vermeiden von Aerosolen, da die minimale infektiöse Dosis bei der Inhalation bei schon wenigen Viren gegeben sein kann<sup>23</sup>. Daher kann nur die äußerst sorgfältig und sachgerecht durchgeführte Bodeninjektion als Ausbringmethode in Frage kommen. Die Ausbringflächen und der Ausbringzeitpunkt sollten von der zuständigen Veterinärbehörde auch mit Hinblick auf Witterung, insbesondere UV-Intensität, Windstärke und -richtung sowie Niederschläge ausgewählt und die Ausbringung überwacht werden. Die Vorgaben der Düngeverordnung in der jeweils gültigen Fassung sind zu beachten.

## NaOH-Pumpe

Es besteht die Möglichkeit der Nutzung einer Natronlaugenpumpe. Dabei wird bei der Entnahme des Flüssigmistes aus dem Güllekeller bzw. Lagerbehälter kontinuierlich Natronlauge zugemischt, so dass im Flüssigmist ein Gehalt von 1,5 - 1,8 % NaOH enthalten ist und somit eine sichere Desinfektion gewährleistet wird. Ein pH von größer 12 stellt sich in wenigen Sekunden ein, so dass es zur sehr schnellen Erregerabtötung kommt. Abhängig von der Tierseuche sollte jedoch die im entsprechenden Kapitel des speziellen Teils angegebene Einwirkzeit eingehalten werden. Ein für diese Zwecke geeignetes Güllepumpenmodell ist kommerziell erhältlich<sup>6</sup>. Für Natronlauge muss eine Ausnahmegenehmigung nach Art. 55 BiozidV gestellt werden.

## Thermisch

Eine thermische Desinfektion des Flüssigmistes ist in der Hygienisierungseinrichtung einer Biogasanlage möglich oder der Fermenter oder Nachgärer wird ausreichend aufgeheizt (siehe Kapitel V 4.7.). Auch mobile Erhitzungsanlagen (z. B. auch durch Mikrowellen<sup>9, 24-26</sup>) sind anwendbar, wenn die Kapazität der Anlage für die anfallende Menge an Flüssigmist ausreicht.

## Weiterführende Literatur

Strauch D., Böhm R.: **Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft Kapitel 2.8 Desinfektion tierischer Fäkalien**, Enke 2002

Böhm R., Philipp W., Strauch D.: **Neuere Erkenntnisse zu einigen Aspekten der Tierseuchendesinfektion**. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift* 1992, 105(2):55-61.

Ley T.: **Untersuchungen zur Desinfektion von *Salmonella dublin* und *Mycobacterium paratuberculosis* in Rindergülle**. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen 1992

**The Strategic Use of Liquid Lime in Sludge Treatment** [[http://www.britishlime.org/downloads/case\\_studies.php](http://www.britishlime.org/downloads/case_studies.php), <https://www.britishlime.org/documents/stratlime.pdf>, letzter Zugriff am 18.06.2018]

## Literatur

1. Bundesamt für Veterinärwesen BVET, Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD: **Technische Weisungen über die amtlich angeordnete Desinfektion bei Tierseuchen**. Schweiz 2008

2. Chen Y., Chao Y., Deng Q., Liu T., Xiang J., Chen J., Zhou J., Zhan Z., Kuang Y., Cai H. *et al.*: **Potential challenges to the Stop TB Plan for humans in China; cattle maintain *M. bovis* and *M. tuberculosis*.** *Tuberculosis (Edinb)* 2009, **89**(1):95-100.
3. Hölzle L.E., Philipp W.: **Schlussbericht zum Vorhaben: Desinfektion von Milch und Gülle aus MKS-Restriktionsgebieten.** Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren, 2016
4. Matthias F.J.: **Zur Desinfektion mit Natronlauge von Milch/Gülle- bzw. Jauchegemischen innerhalb eines MKS- Sperr- und Beobachtungsgebietes.** *Dissertation* Justus-Liebig-Universität Gießen 2001
5. Ley T.: **Untersuchungen zur Desinfektion von *Salmonella dublin* und *Mycobacterium paratuberculosis* in Rindergülle.** *Dissertation* Justus-Liebig-Universität Gießen 1992
6. **Tierseuchenbekämpfungshandbuch** [<https://tsbh.fli.de/>] letzter Zugriff am
7. Britzius E., Böhm R.: **Experimentelle Untersuchungen über den Einsatz von Peressigsäure zur Desinfektion von Schweinegülle.** *Wiener tierärztliche Monatsschrift* 1981, **68**(6):200-207.
8. Strauch D., Böhm R., Philipp W., Wekerle J.: **Zum Stand der Stall-, Dung- und Gülledesinfektion.** *Tierärztliche Umschau* 1987, **42**(2):94-102.
9. **Arbeitshilfe A-017 Verhalten beim Auftreten der afrikanischen Schweinepest (ASP) in Biogasanlagen:** Fachverband Biogas e. V.; 2020.
10. Best E., Amberger A., Strauch D., Müller W., Wünsch A.: **Untersuchungen über die Desinfektion von Flüssigmisten.** 1971.
11. Kilian K.: **Die Wirkung von Kalkstickstoff auf pathogene Bakterien.** *Dissertation* Justus-Liebig-Hochschule Giessen 1948
12. Ley T., Bohm R.: **Desinfektion und Rindergülle - unter Berücksichtigung von *Salmonella dublin* und *Mycobacterium paratuberculosis*.** *Tierärztliche Umschau* 1993, **48**(11):742-750.
13. Markert T.: **Möglichkeiten zur chemischen Desinfektion von Salmonellen in Schweineflüssigmist und die Auswirkungen der anschließenden Ausbringung auf Grünland.** *Dissertation* Justus-Liebig-Universität Gießen 1990
14. Albrecht H., Ahl R., Strauch D.: **Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen tierischen und kommunalen Abfällen. 7. Mitteilung: Weitere Untersuchungen über die Wirkung der Umwälzbelüftung auf zwei bovine Enterovirusstämme.** *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift* 1978, **91**(18):360-365.
15. Albrecht H., Strauch D.: **Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen tierischen und kommunalen Abfällen.10. Mitteilung: Die Wirkung der Umwälzbelüftung auf Viren der Picorna-, Reo- und Adenogruppe.** *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift* 1980, **93**(5):86-93.
16. Al-Wakeel A.-H.: **Die Wirkung von Antibiotika und Desinfektionsmitteln bei der Umwälzbelüftung von Gülle nach dem System Fuchs.** Gießen 1977
17. Böhm H.O., Sieber C., Strauch D.: **Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen tierischen und kommunalen Abfällen. 8. Mitteilung: Die Wirkung der Umwälzbelüftung auf das Virus der Maul- und Klauenseuche.** *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift* 1980, **93**(3).
18. Böhm H.O., Strauch D.: **Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen und kommunalen Abfällen. 11. Mitteilung: Untersuchungen über die Wirkung der Umwälzbelüftung auf den Erreger der vesikulären Schweinekrankheit.** *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift* 1983, **96**(2):57-60.
19. Heinonen-Tanski H., Leinonen P., Niskanen E.M., Mielonen M.M., Räsänen H., Valta T., Rinne K., Joki-Tokola E.: **Aeration improves the hygiene of cattle slurry and the quality of grass forage and silage.** *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science* 1998, **48**(4):212-221.
20. Koenig W.: **Weitere Untersuchungen über die entseuchende Wirkung des Umwälzbelüftungsverfahrens<System FUCHS> bei Flüssigmist von Schwein und Rind.** Gießen 1978
21. Wassen H.: **Hygienische Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Umwälzbelüftung (System FUCHS) zur Aufbereitung von flüssigen Abfällen aus dem kommunalen und landwirtschaftlichen Bereich.** Gießen 1975
22. Philipp W.: **Tierseuchenübung Rheinland-Pfalz.** In: *Abschluss-/Zentralveranstaltung im Berufsförderungswerk Koblenz (Vallendar): Donnerstag, 10. November 2016 2016*; 2016.
23. Sellers R.F.: **Quantitative aspects of the spread of foot and mouth disease.** *Vet Bull* 1971, **41**:431-439.

24. Kuhlmann R.H.: **Der Einfluss von Mikrowellen im Durchlaufverfahren auf die Inaktivierung von Viren im Flüssigmist.** *Dissertation* Universität Hohenheim 1982
25. Niederwöhrmeier B., Kuhlmann R.H., Böhm R., Strauch D.: **Die Abtötung von Krankheitserregern im Flüssigmist durch Mikrowellenbehandlung.** *Wiener tierärztliche Monatsschrift* 1986, **73**(4-5):151-154.
26. Schorpp B.: **Anwendung von Mikrowellen zur Desinfektion von Flüssigmist.** *Dissertation* Justus-Liebig-Universität Gießen 1995

### **Autoren:**

- **Dr. Werner Philipp, Prof. Dr. Ludwig E. Hölzle**  
Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren, Hohenheim
- **Dr. Hendrik Scheinemann**  
Friedrich-Loeffler-Institut, Abteilung für experimentelle Tierhaltung und Biosicherheit, Greifswald - Insel Riems
- **Dr. Inga Michels, Prof. Dr. Christian Menge**  
Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für molekulare Pathogenese, Jena