Multi-resistente Erreger in Abwässern aus Landwirtschaft, Klinik und Kommunen sowie in Oberflächengewässern – Probleme und Lösungswege

MRE-Netz Rhein-Main

11.06.2018

Esther Sib

www.hyreka.net

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Relevante Wasser-assoziierte Krankheitserreger

WHO Prioritätenliste Antibiotika-resistenter Bakterien 2017

World Health Organization

GLOBAL PRIORITY LIST OF ANTIBIOTIC-RESISTANT BACTERIA TO GUIDE RESEARCH, DISCOVERY, AND DEVELOPMENT OF NEW ANTIBIOTICS

(http://www.who.int/medicines/publications/WHO-PPL-Short_Summary_25Feb-ET_NM_WHO.pdf)

WHO Prioritätenliste Antibiotika-resistenter Bakterien 2017

Priority 2: HIGH

Enterococcus faecium, vancomycin-resistant

Staphylococcus aureus, methicillin-resistant, vancomycin intermediate and resistant

Helicobacter pylori, clarithromycin-resistant

Campylobacter, fluoroquinolone-resistant

Salmonella *spp.*, fluoroquinolone-resistant

Neisseria gonorrhoeae, 3rd generation cephalosporin-resistant, fluoroquinolone-resistant

Priority 3: MEDIUM

Streptococcus pneumoniae, penicillin-non-susceptible

Haemophilus influenzae, ampicillin-resistant

Shigella *spp.*, fluoroquinolone-resistant

(http://www.who.int/medicines/publications/WHO-PPL-Short_Summary_25Feb-ET_NM_WHO.pdf)

WHO Prioritätenliste Antibiotika-resistenter Bakterien 2017

Priority 1: CRITICAL#

Acinetobacter baumannii, carbapenem-resistant

Pseudomonas aeruginosa, carbapenem-resistant

Enterobacteriaceae*, carbapenem-resistant, 3rd generation cephalosporin-resistant

* Enterobacteriaceae include: *Klebsiella pneumonia*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Proteus* spp., and *Providencia* spp, *Morganella* spp.

(http://www.who.int/medicines/publications/WHO-PPL-Short_Summary_25Feb-ET_NM_WHO.pdf)

Einteilung Wasser-assoziierter Krankheitserreger

Obligat-pathogen

- Enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC)
- *Campylobacter spp.*
- Noroviren, Rotaviren
- Cryptosporidien
- Giardien
- Salmonellen

Fakultativ-pathogen

- Legionellen
- *Pseudomonas aeruginosa*
- Coliforme einschließlich AB-resistenter Coliforme (*Klebsiella, Enterobacter, Serratia, Citrobacter*)
- Nonfermenter (*Acinetobacter, Stenotrophomonas)*

Biotop Umwelt

Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der Umwelt

Verbraucher

Pharmazeutische Industrie

Krankenhaus

Landwirtschaft

Kläranlagen

Abwasser

Gülle

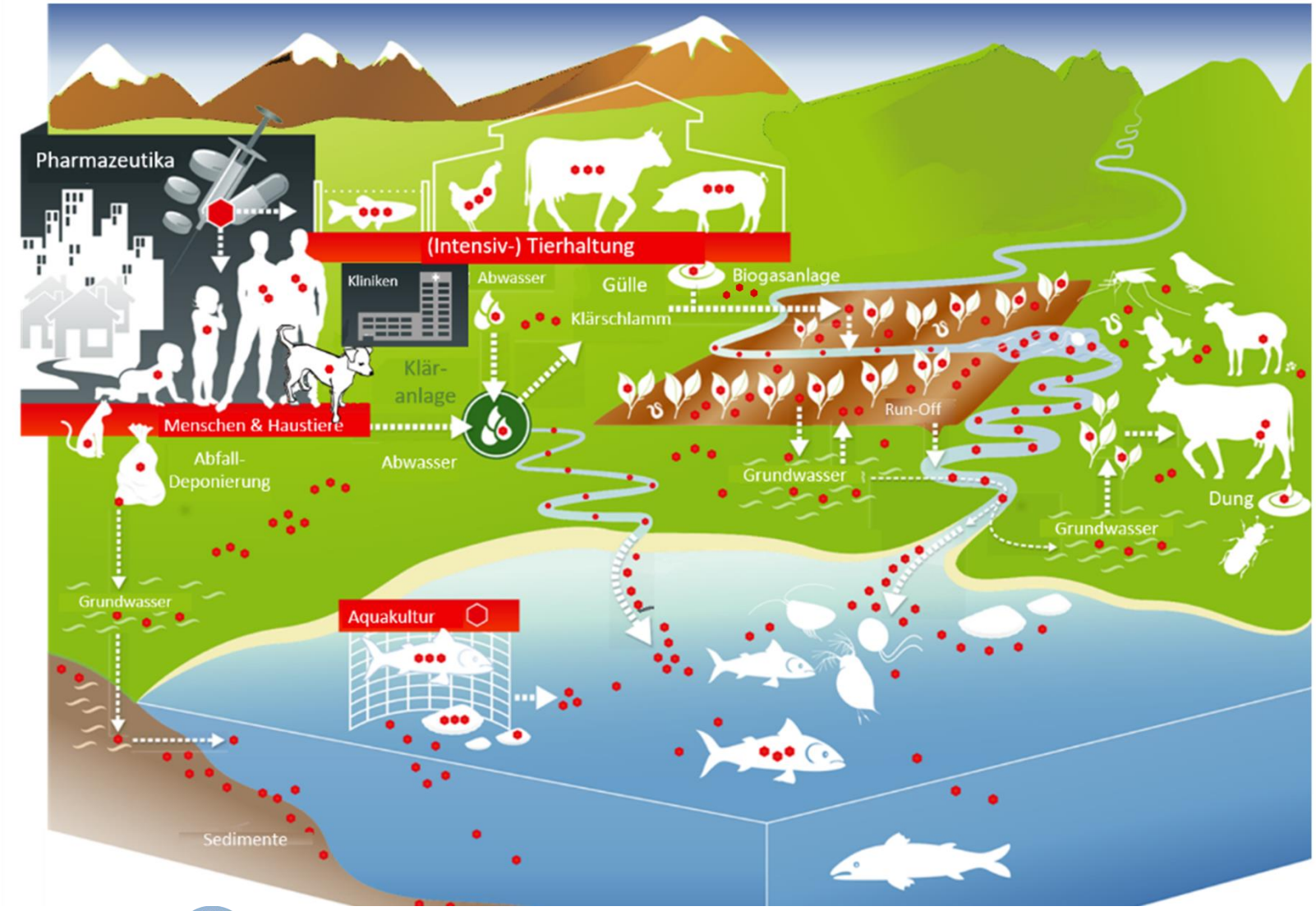
Trinkwasser

Oberflächenwasser

Landwirtschaftliche Nutzflächen

Figure 1: Main emission pathways of human and veterinary pharmaceuticals entering the environment.

Mögliche Eintragspfade von Antibiotika aus Human- und Tiermedizin in die Umwelt



(Westphal-Settele et al. 2018)

Schlagzeilen

SPIEGEL ONLINE DER SPIEGEL SPIEGEL TV Anmelden

Menü | Politik Meinung Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwelt Wissenschaft mehr ▾

GESUNDHEIT

Schlagzeilen | Wetter | DAX 11.918,87 | TV-Programm | Ab

Nachrichten > Gesundheit > Diagnose & Therapie > Bakterien > Niedersachsen: Antibiotika-resistente Keime in Gewässern nachgewiesen

Niedersachsen

Antibiotikaresistente Keime in Gewässern entdeckt

In Badeseen, Bächen und Flüssen in Niedersachen haben Wissenschaftler Keime nachgewiesen, die gegen verschiedene Antibiotika unempfindlich sind. Experten sind alarmiert.

ukb

Schlagzeilen

Gefahr aus dem Wasser

Antibiotika-resistente Keime in Gewässern gefunden - Experten besorgt

Teilen

Video bewerten ★★★★★ 0 HD SD

Recherchen des NDR

Gefährliche Keime in Gewässern entdeckt

Stand: 06.02.2018 17:39 Uhr

Gefährliche Keime, gegen die viele Antibiotika nicht mehr wirken, verseuchen Bäche, Flüsse und Badeseen. In Proben aus Niedersachsen fanden sich multiresistente Erreger.

Von Christian Baars, Oda Lambrecht, NDR

"Das ist wirklich alarmierend", sagt der Antibiotika-Experte Tim Eckmanns vom Robert-Koch-Institut zu den Funden der NDR-Proben in Niedersachsen. "Die Erreger sind anscheinend in der Umwelt angekommen und das in einem Ausmaß, das mich überrascht."

AUTOR

Christian Baars, NDR

AUTORIN

„Frankfurter Ausbruch“

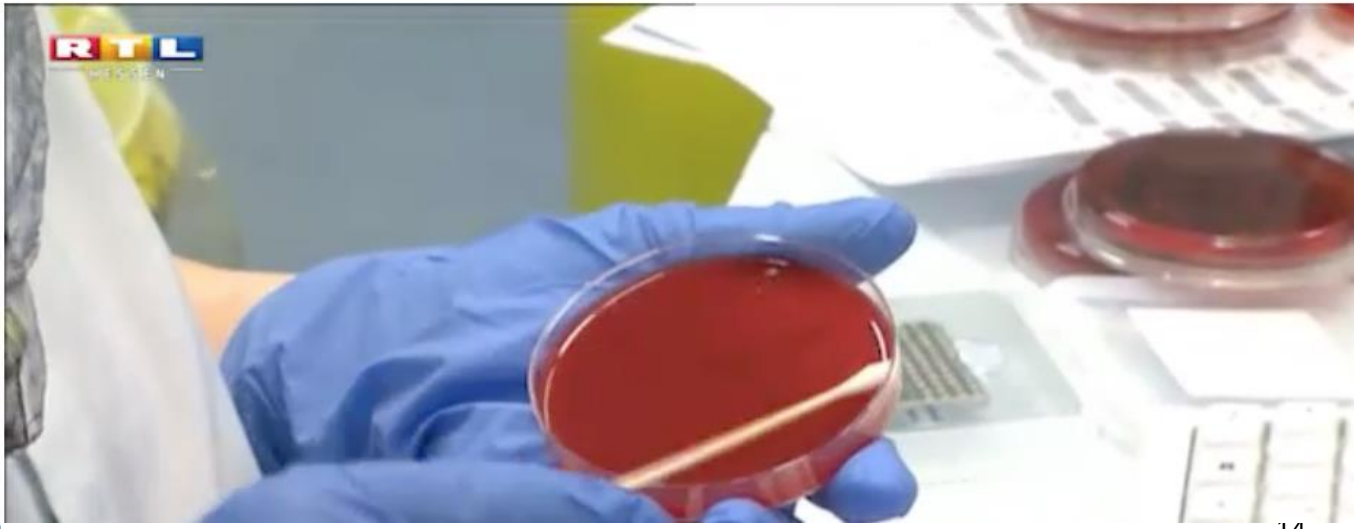
Hochschulen

Frankfurter Uniklinikum: Multiresistenter Erreger von Patient eingeschleppt

Freitag, 30. Juni 2017

Frankfurt am Main – Die im Frühjahr auf der Intensivstation des Frankfurter Universitätsklinikums gefundenen Keime sind mit großer Wahrscheinlichkeit von einem Patienten eingeschleppt worden. In dem Bach, in dem der Mann fast ertrunken war, fanden sich derart viele multiresistente Bakterien, dass ein Zusammenhang plausibel erscheine, sagte die stellvertretende Leiterin des Gesundheitsamts, Ursel Heudorf, heute in Frankfurt.

PATIENT SCHLEPPTE LEBENSBEDROHLICHEN KEIM IN FRANKFURTER



NACH GEWÄSSERPROBEN

Viele resistente Keime im Eschbach

VON INGRID KARB , FRANKFURT - AKTUALISIERT AM 01.07.2017 - 11:01

Gewässerproben nach einem Unglücksfall belegen eine hohe Belastung der Bäche. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass auch der Erreger der Uniklinik von dort kam.

Presseberichte Frankfurt – Mai 2017

Uniklinik-Erreger

Gefährliche Keime im Schlamm

VON DANIEL GRÄBER

Auf der Suche nach einem an der Uniklinik verbreiteten Keim, gegen den übliche Antibiotika nichts ausrichten können, sind Experten in Nieder-Eschbach fündig geworden. Zwar entdeckten sie dort nicht den gesuchten Erreger – dafür aber viele andere, die genauso gefährlich sind.

„Kein Bad Homburger Problem": Kläranlage in Ober-Eschbach.

Frankfurter Neue Presse

„Multiresistente Erreger geraten über die Kläranlagen zunehmend auch in Bäche und Flüsse."

„Möglicherweise ist ein Mensch an Keimen aus dem Eschbach erkrankt – eine Wasseranalyse soll Aufklärung bringen."

Leitfragen

1. Welche Wasserqualität weist der Eschbach nach den klassischen Kriterien der Gewässeruntersuchung auf?
2. Kommen klonal identische Klebsiellen wie bei einem Patienten nach Ertrinkungsunfall im Eschbach vor?

(Schmithausen et al. 2018)

Ergebnisse Gewässeruntersuchung Eschbach

Wasser-und Sediment-Proben nach **Kläranlage**

Probenummer: **W06221/17**
Probenstelle: **Eschbach, Sedimentprobe nach Kläranlage**

Probentyp: **ROH: Rohwasser** Entnahmetechnik: 98: Anga
Entnahme am: 06.06.2017 durch: EINSENDER
Kopie weitergeleitet an:

Einzelparameter

Bakteriologische Parameter

Beschreibung	Messwert	Einheit
Coliforme Bakterien (Colilert)	2910000	MPN/100 mL
Escherichia coli (Colilert)	140000	MPN/100 mL

Wasser-und Sediment-Proben an **Unfallstelle**

Probenummer: **W06219/17**
Probenstelle: **Eschbach, Sedimentprobe Unfallstelle**

Probentyp: **ROH: Rohwasser** Entnahmetechnik: 98: Anga
Entnahme am: 06.06.2017 durch: EINSENDER
Kopie weitergeleitet an:

Einzelparameter

Bakteriologische Parameter

Beschreibung	Messwert	Einheit
Coliforme Bakterien (Colilert)	2360000	MPN/mL
Escherichia coli (Colilert)	70000	MPN/100 mL

MPN = Most Probable Number

Klinisch-relevante Erreger in der Umwelt?

Wasserisolate aus Frankfurt 2017				Frankfurter Patientenisolat Ausbruch 2017			
Nr	**Spezies**	**MRGN**	**Carba**	**Nr**	**Spezies**	**MRGN**	**Carba**
87	*Serratia fonticola*	4MRGN	KPC-2	**86**	***K. pneumoniae***	**4MRGN**	**KPC-3**
88	*Serratia fonticola*	4MRGN	KPC-2				
89	*K. pneumoniae*	4MRGN	KPC-2				
90	*R. ornitholytica*	4MRGN	KPC-2				
91	*K. oxytoca*	4MRGN	KPC-2				
92	*R. ornitholytica*	4MRGN	KPC-2				
93	*Citrobacter braakii*	4MRGN	KPC-2				
94	***Citrobacter freundii***	**4MRGN**	**KPC-2**				
235	***E. coli***	**4MRGN**	**KPC-3**				

(Schmithausen et al. 2018)

Klinisch-relevante Erreger in der Umwelt?

Wasserisolate aus Frankfurt 2017				Frankfurter Patientenisolat Ausbruch 2017				Rüsselsheimer Ausbruch 2014			
Nr	**Spezies**	**MRGN**	**Carba**	**Nr**	**Spezies**	**MRGN**	**Carba**	**Nr**	**Spezies**	**MRGN**	**Carba**
87	*Serratia fonticola*	4MRGN	KPC-2	**86**	***K. pneumoniae***	**4MRGN**	**KPC-3**	**181**	***Citrobacter freundii***	**4MRGN**	**KPC-2**
88	*Serratia fonticola*	4MRGN	KPC-2					**188**	*Enterobacter cloacae*	4MRGN	KPC-2
89	*K. pneumoniae*	4MRGN	KPC-2					**189**	*Enterobacter cloacae*	4MRGN	KPC-2
90	*R. ornitholytica*	4MRGN	KPC-2								
91	*K. oxytoca*	4MRGN	KPC-2								
92	*R. ornitholytica*	4MRGN	KPC-2								
93	*Citrobacter braakii*	4MRGN	KPC-2								
94	***Citrobacter freundii***	**4MRGN**	**KPC-2**								
235	***E. coli***	**4MRGN**	**KPC-3**								

(Schmithausen et al. 2018)

Zusammenfassende Ergebnisse

- Wasser- und Sedimentprobe an der Unfallstelle weisen eine nahezu **identische Wasserqualität** auf, wie die Wasser- und Sediment-Probe nach der Abwassereinleitung durch die Kläranlage d.h. ***geklärtes Abwasser***
- Es konnten **verschiedene Enterobacteriaceae** wie *Klebsiella spp., Raoultella spp., Citrobacter spp.* mit 4-fach Resistenz nachgewiesen werden
- Bei allen Carbapenem-resistenten *Enterobacteriaceae* aus dem Eschbach konnte eine **KPC-2-Carbapenemase** festgestellt werden
- Eine **KPC-3-Carbapenemase** konnte **nicht** in *K. pneumoniae* festgestellt werden, jedoch in *E.coli*. **Horizontaler Gentransfer** zwischen den Bakterien im Vehikel **Wasser**?
- Ein Zusammenhang zu dem mit dem **KPC-3** *Klebsiella spp.* infizierten Patienten nach seinem Sturz in den Eschbach kann **weder bestätigt noch ausgeschlossen** werden

(Schmithausen et al. 2018)

Zusammenfassende Ergebnisse

Gewässer sind mit Carbapenemase-produzierenden bzw. Carbapenem-resistenten Bakterien kontaminiert.

Dies hat auch eine wichtige Bedeutung für die weitere Verbreitung von Antibiotikaresistenzen und Antibiotika-resistenten Bakterien.

(Schmithausen et al. 2018)

Multiresistente Keime im Trinkwasser

Wird unser Trinkwasser schon bald von Keimen verseucht sein?

Teilen

Video bewerten ★★★★☆ 5 HD SD

Kläranlagen in Deutschland sind derzeit nicht darauf ausgerichtet, die Bakterien

„Die Erreger sind in einem überraschenden Ausmaß in der Umwelt angekommen."

Antibiotika-Experte Tim Eckmanns

ukb universitätsklinikumbonn ihph

PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

HyReKA

Biologische bzw. Hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle Antibiotika-resistenter Krankheitserreger in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässern

HyReKA

www.hyreka.net

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMBF-Fördermaßnahme

NaWaM

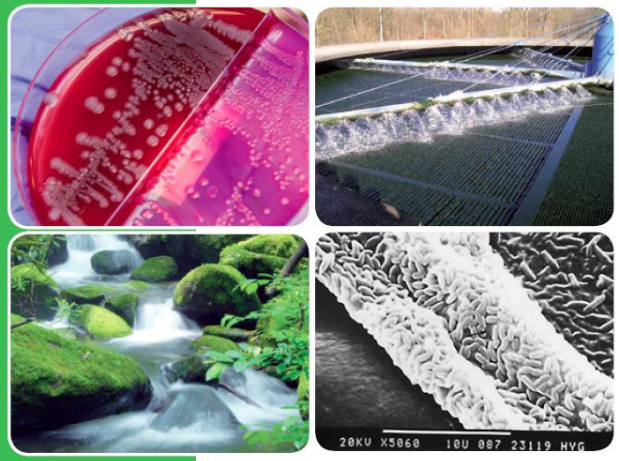
RiSKWa

RiSKWa-Statuspapier

Bewertungskonzepte der Mikrobiologie mit den Schwerpunkten neue Krankheitserreger und Antibiotikaresistenzen

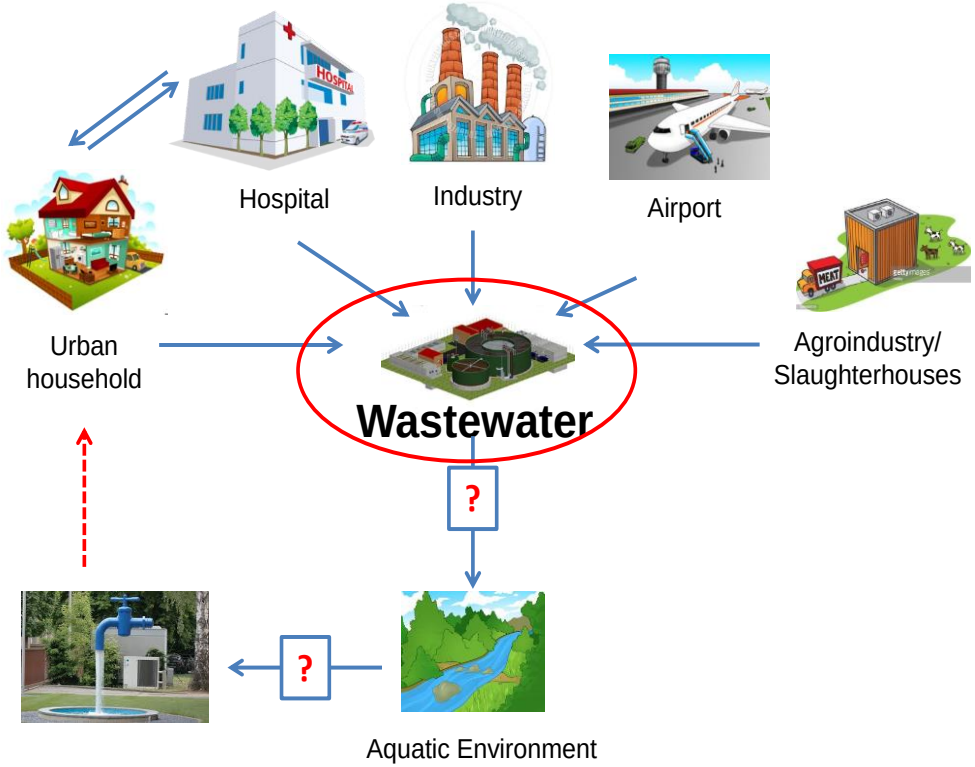
Ergebnisse des Querschnittsthemas „Bewertungskonzepte der Mikrobiologie“

Martin Exner und Thomas Schwartz



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
FONA Nachhaltiges Wassermanagement BMBF

HyReKA

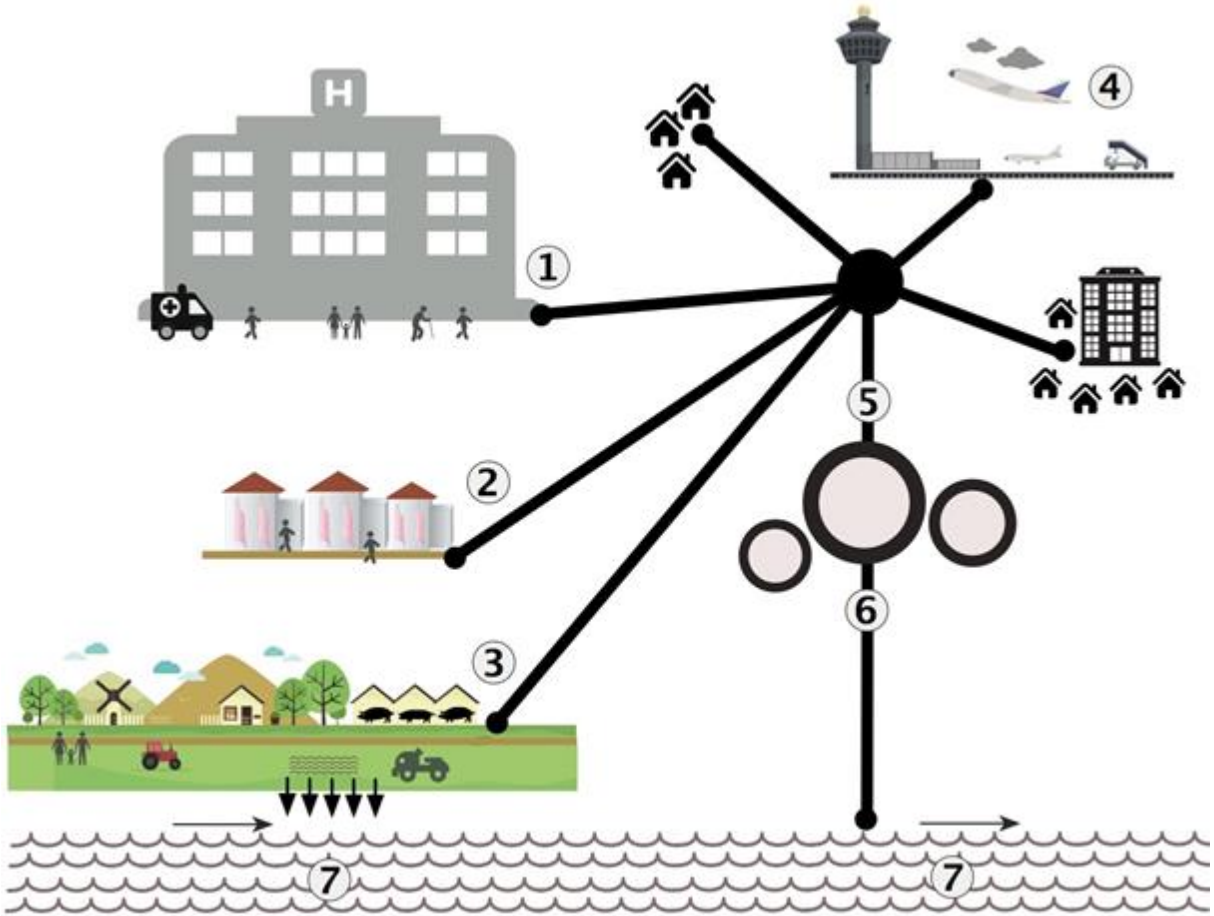


universitätbonn

PTKA Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Antibiotic resistant bacteria throughout all stages of water treatment in a modern urban environment



HyReKA

GEFÖRDERT VOM

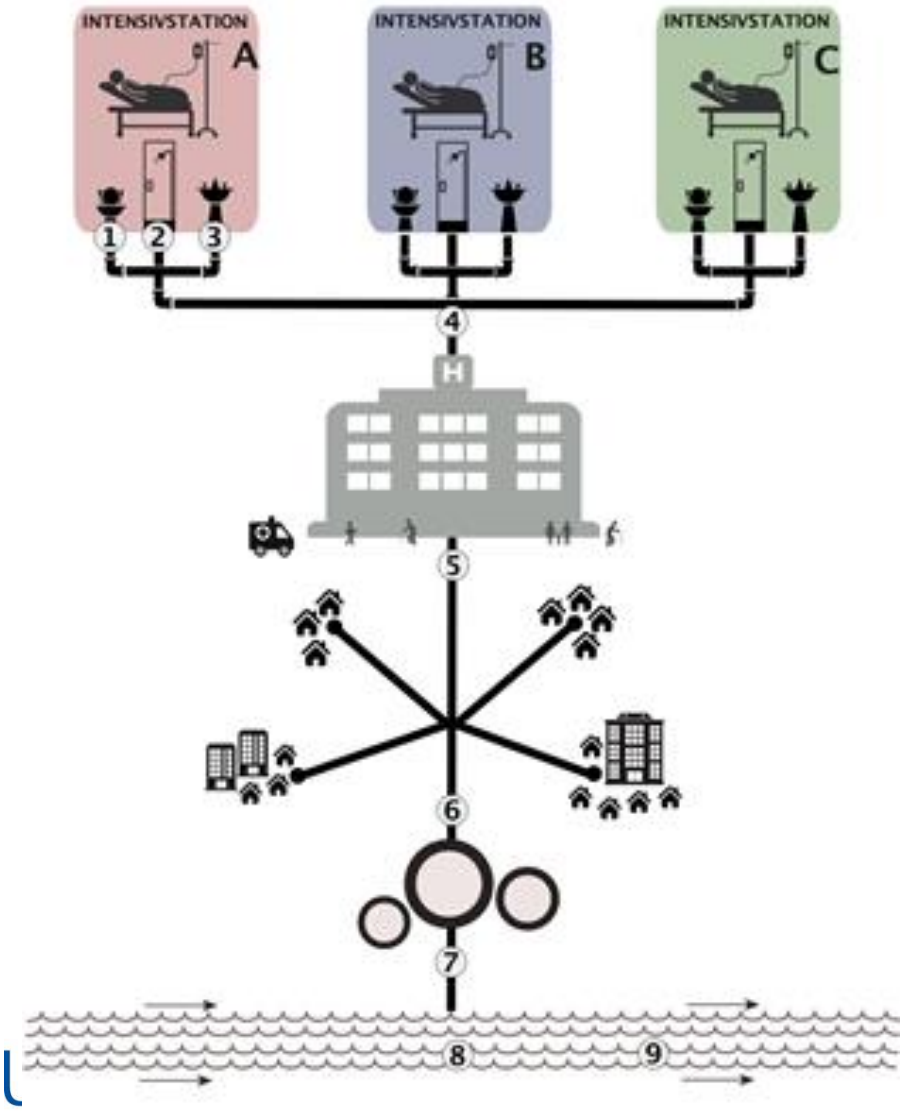
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Probenahmestellen im Überblick: 1) Abwässer aus Krankenhäusern, 2) Schlachthöfen, 3) agroindustrielle Betriebe, 4) Zulauf der Kläranlagen 5) Ablauf der Kläranlagen, 6) der Vorfluter der Kläranlage hinter und 7) vor dem Einfluss der Kläranlage incl. Mischwasserentlastung.

ukb universitäts klinikumbonn ihph

(M. Parcina, 2016)

Abwasserproben im Krankenhaus



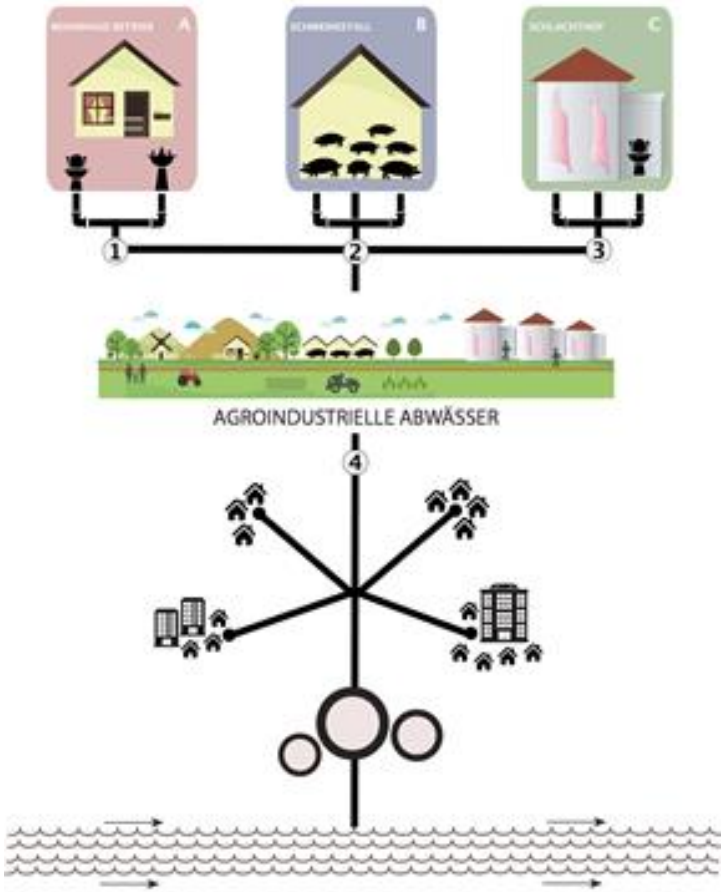
Die Probenahmestellen im Krankenhaus umfassen:

- Sanitäranlagen in den 1) Krankenzimmern, 2) Toilette, 3) Waschbecken, 4) Dusche
- 5) Abwassersammler der entsprechenden Klinik
- 6) Zentraler Abwassersammler
- 7) Zulauf der Kläranlage
- 8) Ablauf der Kläranlage
- 9) Rhein flussabwärts der Kläranlage
- Muscheln im Rhein

Die Besiedlung der Patienten ist aus dem regulären Screening bekannt.

(M. Parcina, 2016)

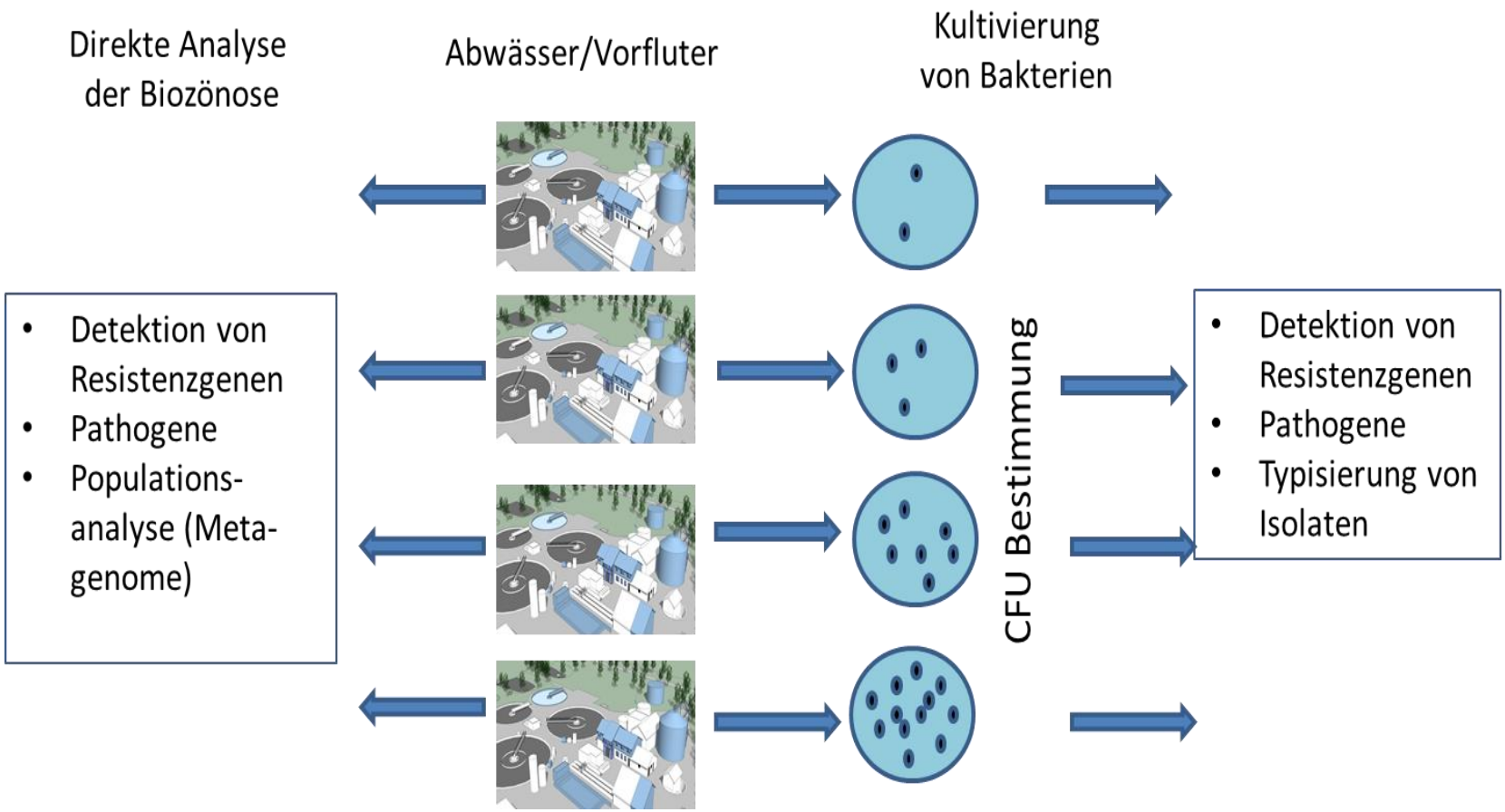
Landwirtschaftliche Abwässer und Abwässer aus lebensmittelverarbeitenden Betrieben inkl. Konsumgüter



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Die Probenahmestellen im agro-industriellen Bereich erfolgen in den Ställen und der Schlachtung/Verarbeitung: 1) Waschbecken, Abflüsse des Erzeugers, 2) Ställe, 3) Brühwasser und Reinigungswässer in unterschiedlichen Stufen am Schlachthof, 4) Abwässer aus agro-industriellen Betrieben.

Vorgehen bei der Analyse von Abwässern



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ukb universitäts klinikumbonn ihph

HyReKA

UNIVERSITÄT BONN

Forschungsfragen HyReKA

1. Können **klinisch relevante multi-resistente Bakterien in der Umwelt** detektiert werden?
2. Finden sich auch klinisch relevante **XDR-Bakterien in der Umwelt**?
3. Ist die Isolierung von Bakterien möglich, die klinisch **relevante Resistenzgene** tragen?
4. Können mögliche resistente Bakterien bestimmten **Hochrisiko-Klonen** zugeordnet werden?
5. Kann man einen **“hot spot”** für die Verbreitung von multi-resistenten Bakterien in der Umwelt feststellen?

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ukb universitäts klinikum bonn
ihph
HyReKA
UNIVERSITÄT BONN

Klassifizierung multiresistenter Erreger

Multi-resistent (3 bzw. 4 MRGN oder MRE)

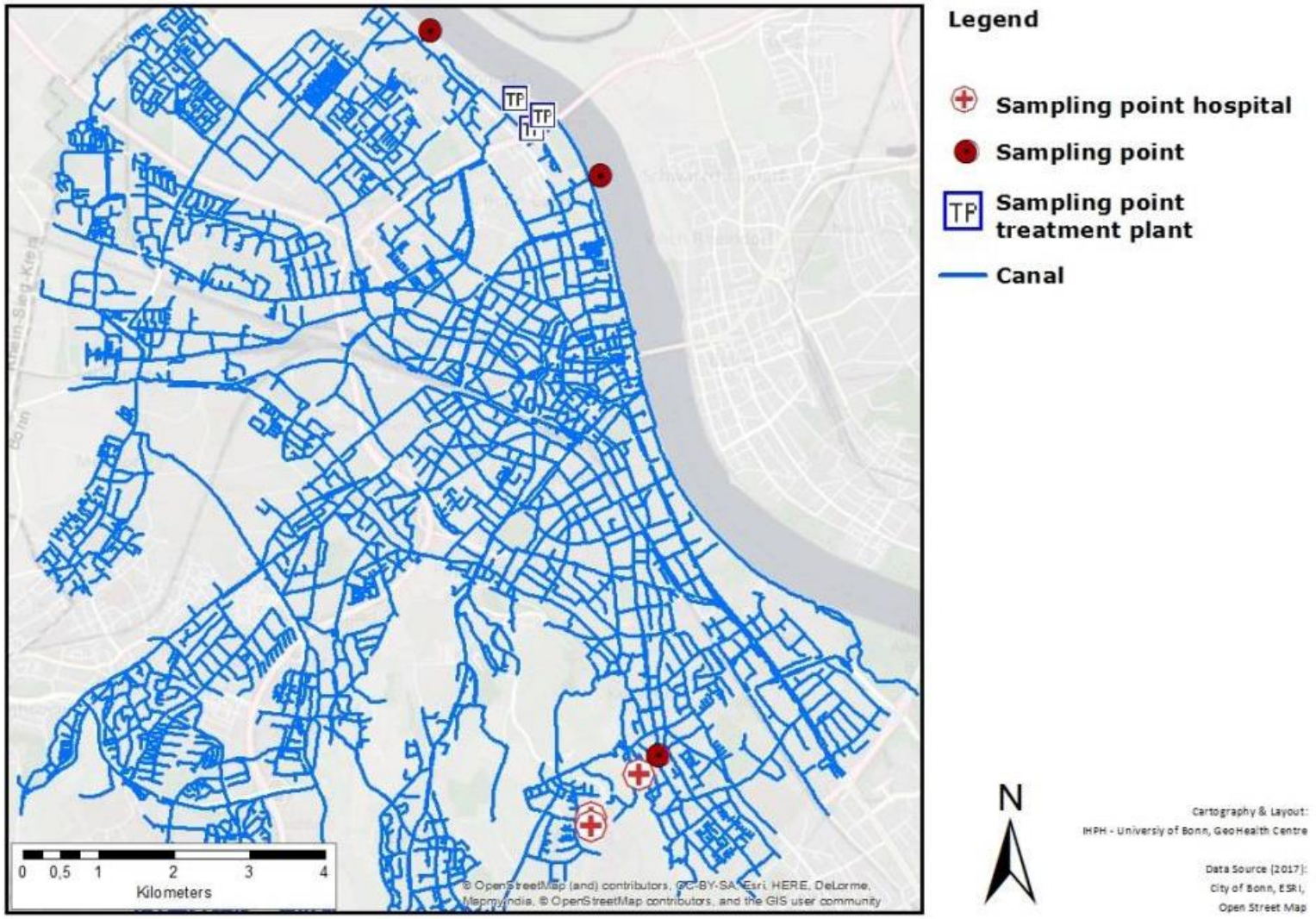
- Resistenz gegenüber 3 bzw. 4 Antibiotika-Klassen
  - Penicillin/β-Laktamaseinhibitor
  - 3. Generations Cephalosporine
  - Fluorchinolone
  - Carbapeneme

Extensively drug-resistant (XDR)[1]

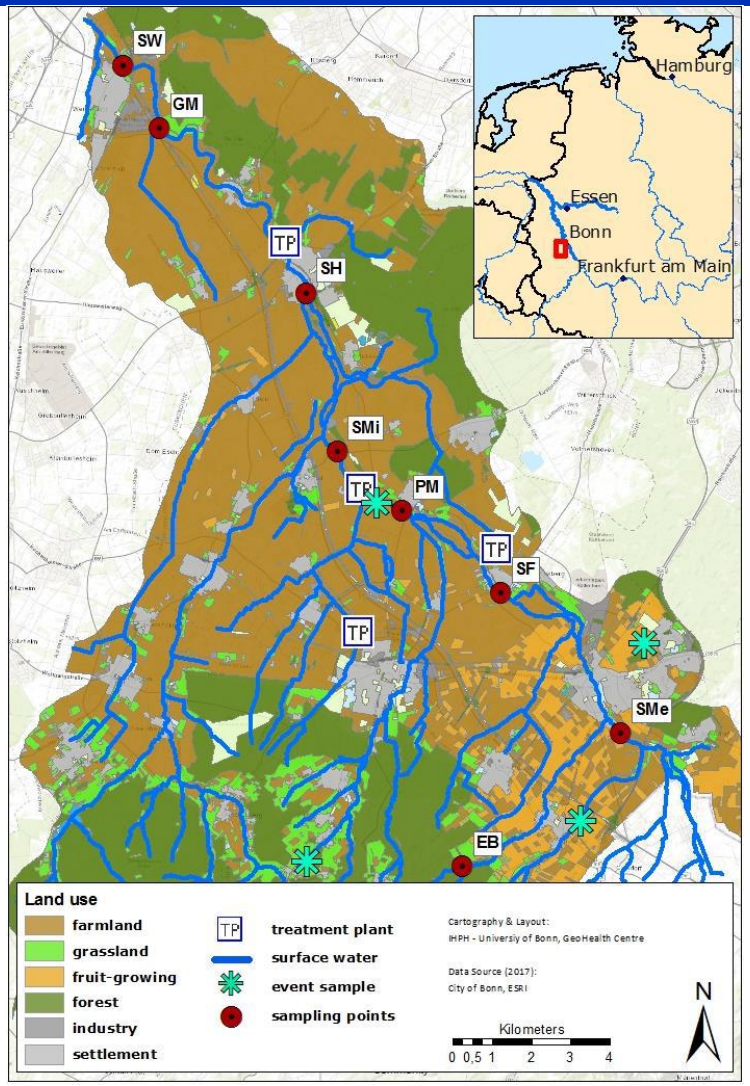
- Sensibilität gegenüber ein bis zwei Reserveantibiotika-Klassen

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

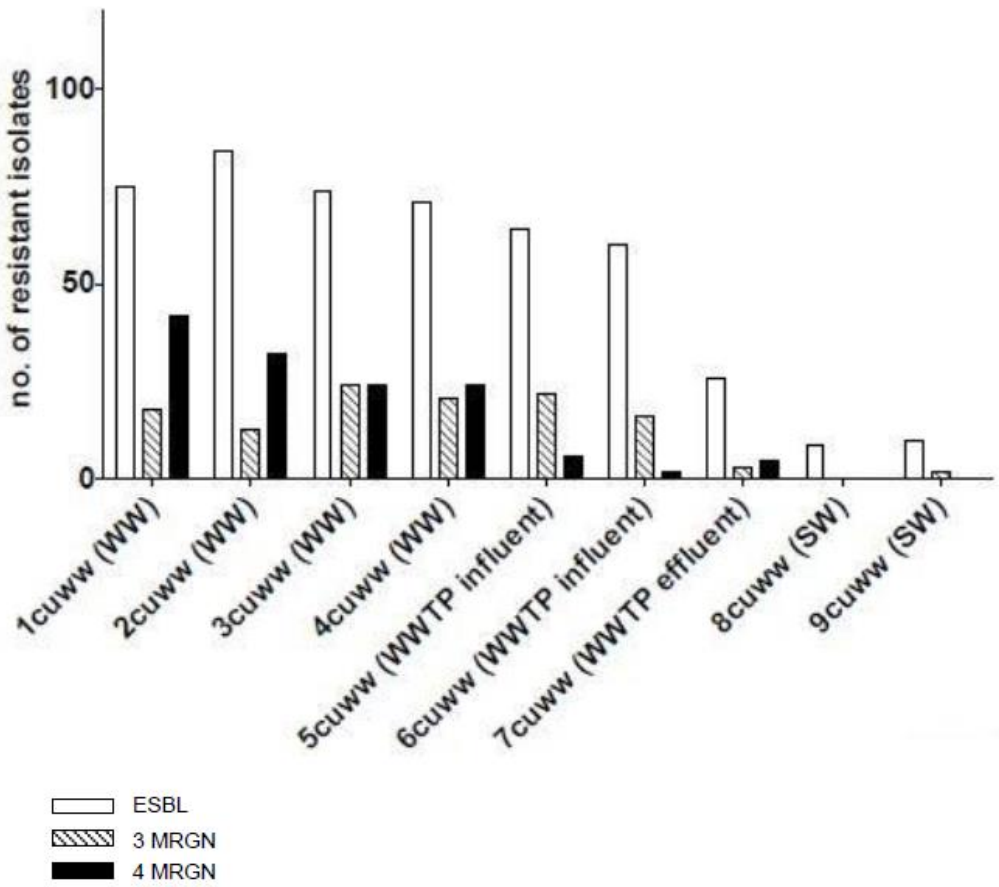
Klinisch / urbanes Untersuchungsgebiet



Kommunales Untersuchungsgebiet



Klinisch / urbane Abwässer



- Höherer Anteil von 4 MRGN im klinischen als im gemischten Abwasser
- XDR-Isolate
- Keine MDR im Vorfluter oberhalb der Kläranlage
- Keine pan-resistenten Isolate

(Müller, Sib et al. 2018)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ukb universitätsklinikumbonn ihph HyReKA UNIVERSITÄT BONN

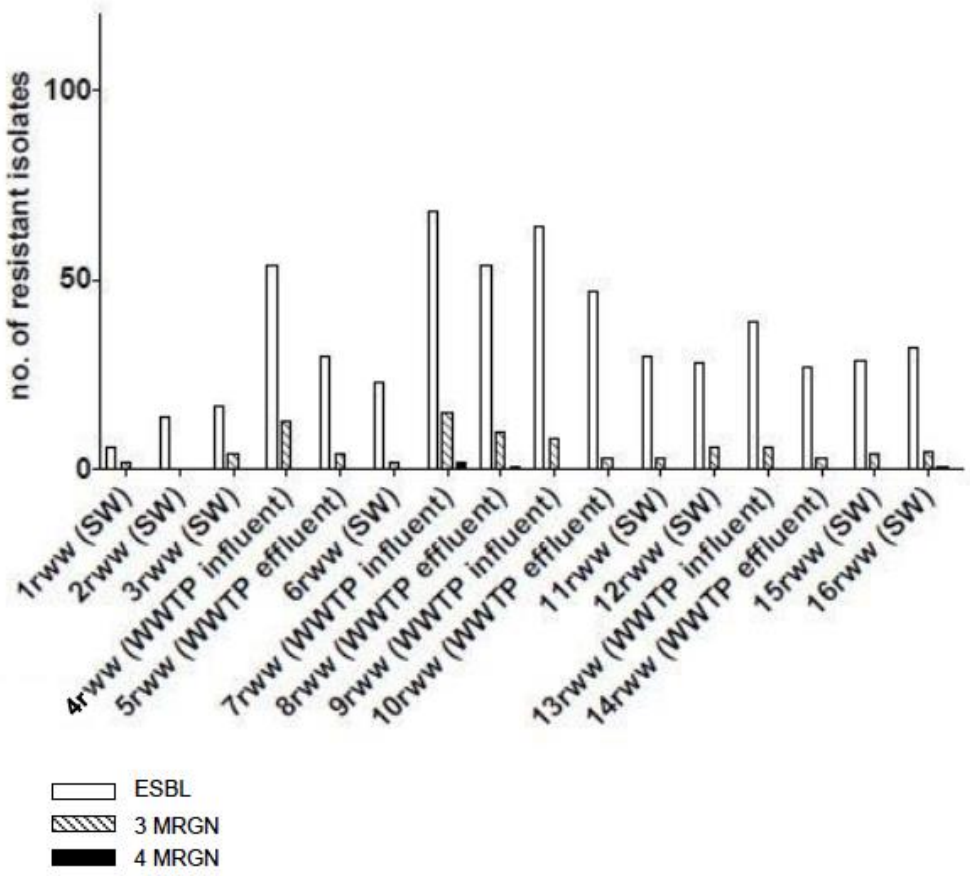
Klinisch / urbane Abwässer – Typisierung

- *Pseudomonas aeruginosa*
  - ST235 (Internationaler epidemischer Ausbruchsklon); ST111; ST843
- *Klebsiella pneumoniae*
  - ST11; ST147
- *Klebsiella oxytoca*
  - ST180
- *Escherichia coli*
  - ST131, ST405 (extraintestinale Infektionen)
- *Acinetobacter calcoaceticus baumannii* complex
  - CC2 (Krankenhausausbrüche)

(Müller, Sib et al. 2018)

ukb universitäts klinikumbonn ihph
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
HyReKA
UNIVERSITÄT BONN

Kommunale Abwässer



- Mehr MDR Bakterien bei Einfluss von Abwasser
- 3 MRGN im Ursprung nach starken Regenfällen nachgewiesen
- Kein Nachweis von XDR

(Müller, Sib et al. 2018)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Kommunale Abwässer – Typisierung

- *Klebsiella pneumoniae*
  - ST985
- *Escherichia coli*
  - ST131

(Müller, Sib et al. 2018)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Nachweis von Carbapenemasen in den Isolaten

Klinisch/urbane Abwässer

- Nachweis bei 28.21%
- Serin-β-Laktamasen
  - KPC, OXA-48, OXA-51
- Metallo-β-Laktamasen
  - GIM, NDM, VIM

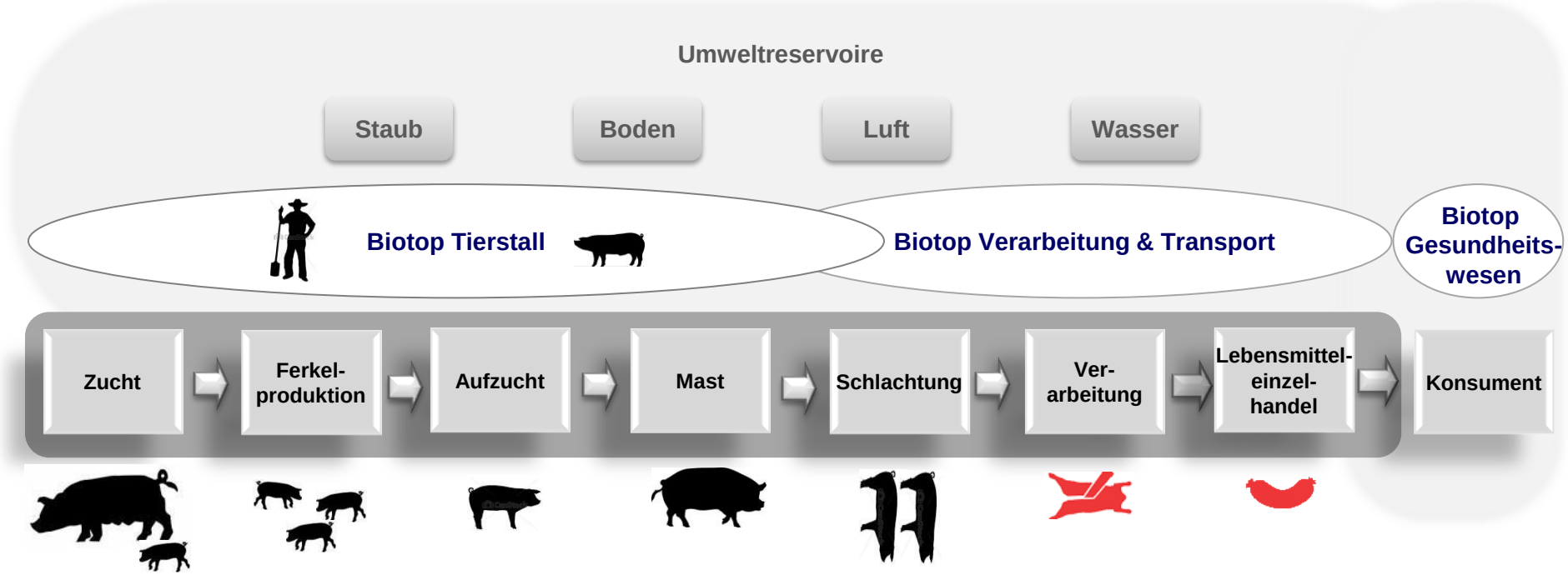
Kommunale Abwässer

- Nachweis bei 1.41%
- Serin-β-Laktamasen
  - IMI
- Metallo-β-Laktamasen
  - VIM

(Müller, Sib et al. 2018)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Betrachtungsobjekte: Biotop Tierstall und Produktionskette



MRSA + ESBL-E

Methicillin resistente *Staphylococcus aureus* Extended-Spectrum-Betalaktamasen tragende ***Escherichia coli***

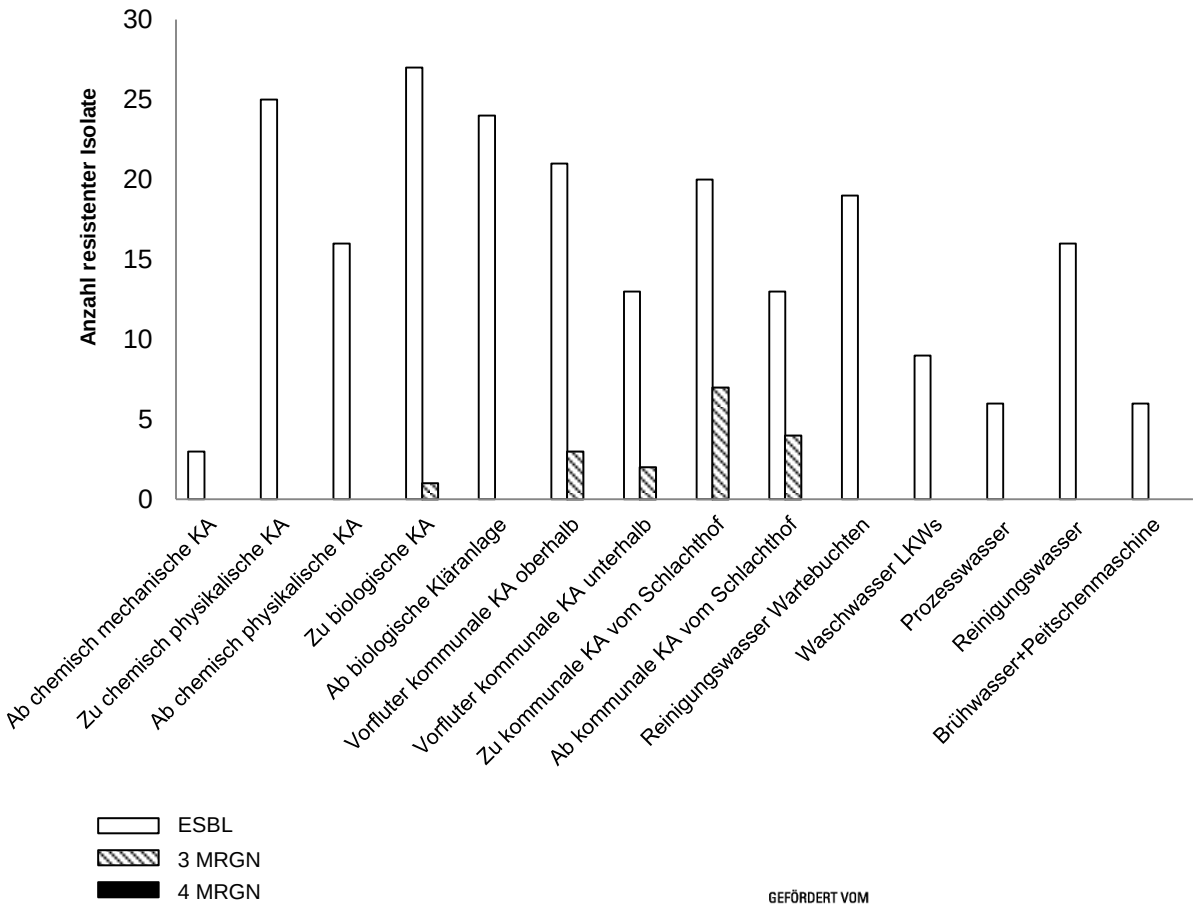
One Health Herausforderungen

- Der **Einsatz von Antibiotika** in der Human- und Veterinärmedizin sowie die Verbreitung in der Umwelt haben die **Entstehung und Verbreitung** von **resistenten Mikroorganismen** begünstigt.
  (Gilchrist et al. 2007, Mathew et al. 2007, Threlfall et al. 2000)

- **ESBL-E (Extended-Spectrum-Betalaktamasen** tragende ***Escherichia coli*)** und **LA-MRSA (livestock-assoziierte Methicillin resistente *Staphylococcus aureus*)** sind schon getrennt voneinander in unterschiedlichen Stufen der Produktionskette nachgewiesen worden.
  (Escudero et al. 2010, Hansen et al. 2013)

- Die Entstehung von **Zoonosen** wird im Gesundheitssystem und in der Tierproduktion als **potenzielle Gefährdung** für die **öffentliche Gesundheit** wahrgenommen.
  (Liverani et al. 2013, Mather et al. 2012)

Resistente Bakterien in Schweineschlachthöfen

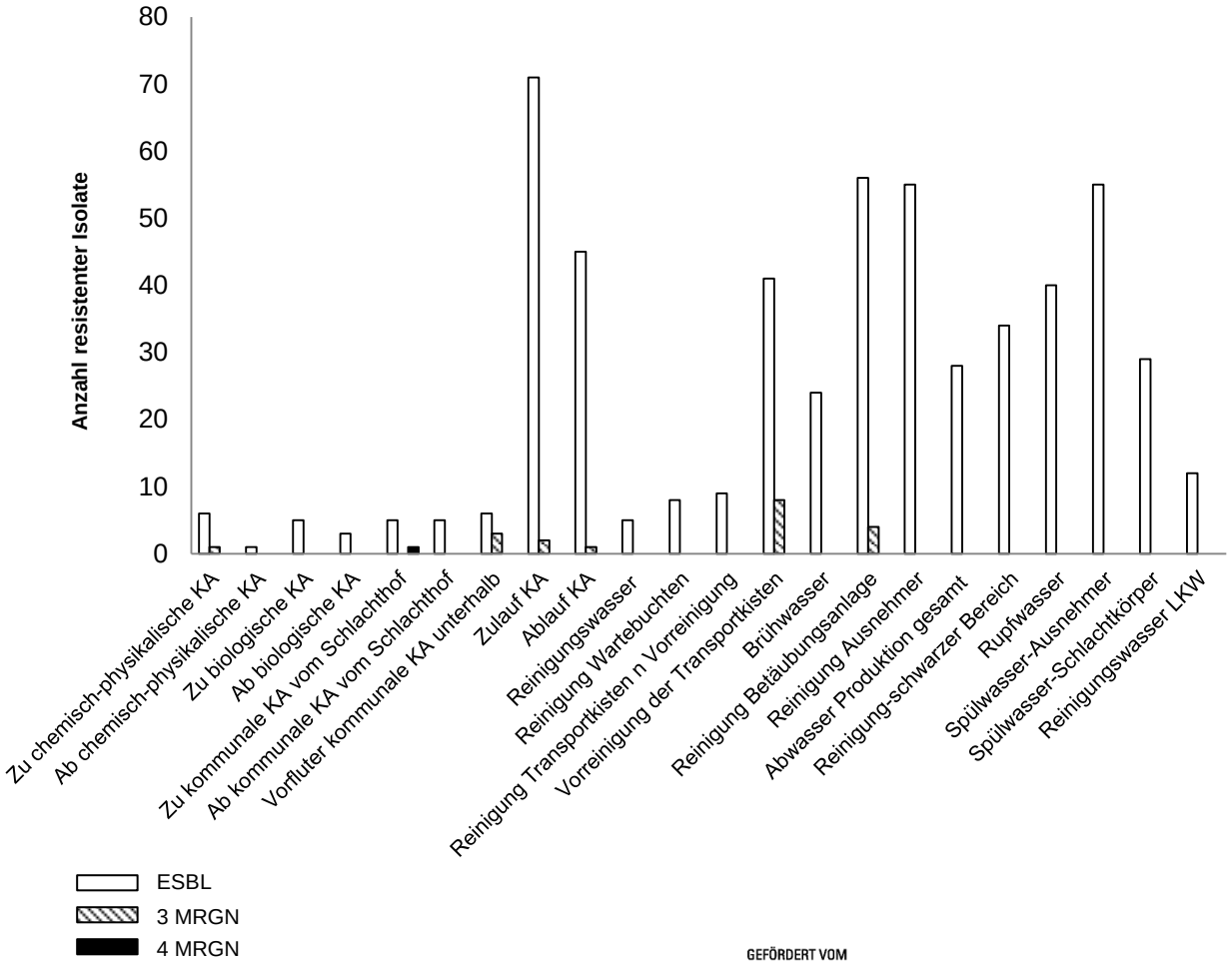


- Deutlich weniger MRE
- Wenige 3MRGN
  - Erst nach Einfluss von Abwasser nachweisbar
- Keine XDR und 4MRGN
- Produktionswasser innerhalb der Betriebe frei von 3 bzw. 4MRGN

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ukb universitätsklinikumbonn ihph HyReKA UNIVERSITÄT BONN

Resistente Bakterien in Geflügelschlachthöfen



- Wenige 3MRGN
  - Innerhalb und außerhalb der Produktion
- Höhere Belastung mit MRE innerhalb der Produktionskette
  - CAVE: Verhältnis der untersuchten Isolate
- Keine XDR
- 4MRGN im Zulauf einer kommunalen KA des Schlachthofs
  - Im Ablauf nicht mehr nachweisbar

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ukb universitäts klinikumbonn ihph

HyReKA

UNIVERSITÄT BONN

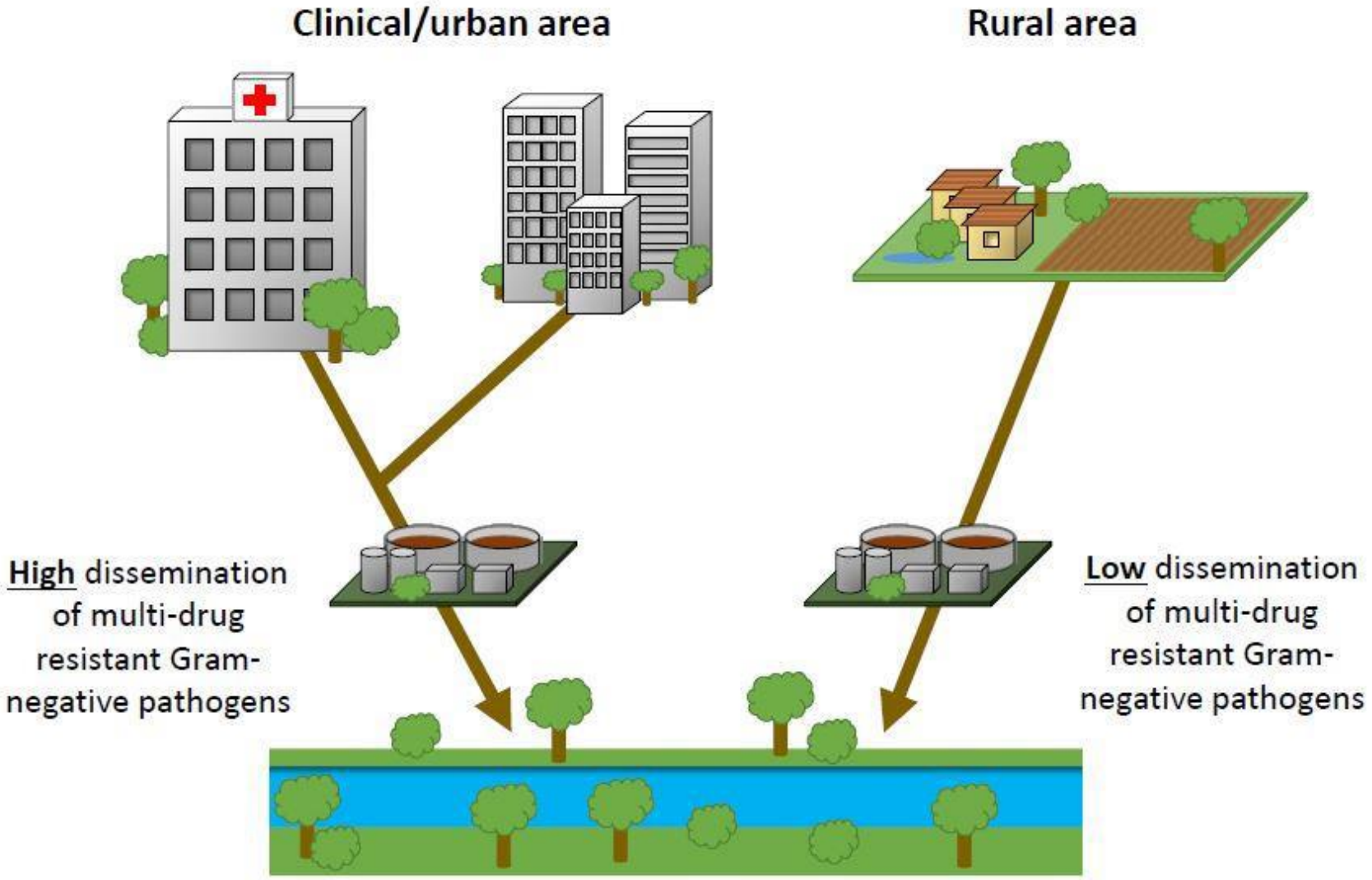
Resistente Bakterien in Schweine- und Geflügelmastbetrieben

- Schweinemastbetrieb
- Kein Nachweis von resistenten Bakterien im Wasser

- Geflügelmastbetrieb
- Kein Nachweis von resistenten Bakterien im Wasser

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Klinikabwasser ist stärker belastet als Kommunalabwasser

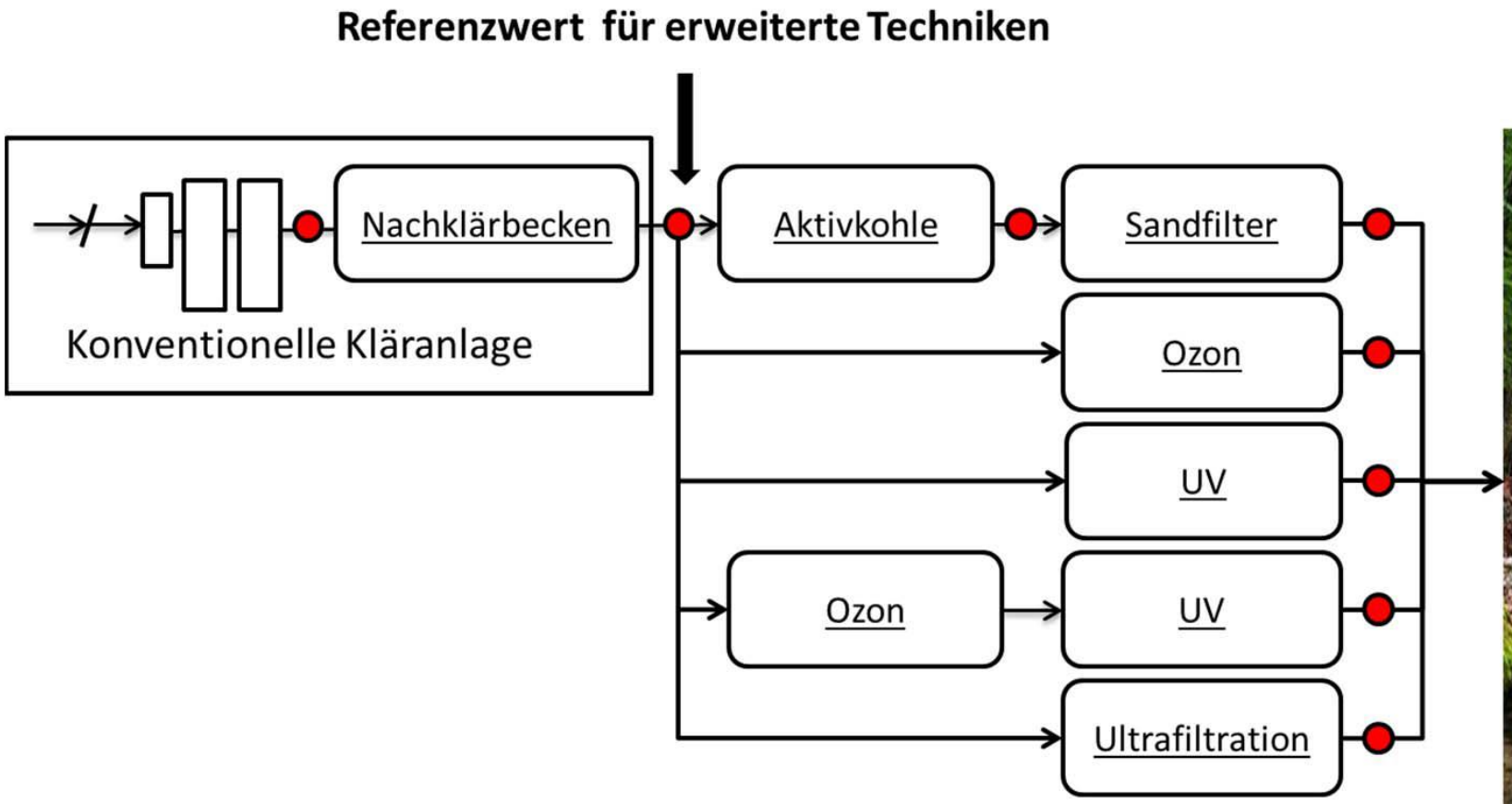


Fazit zum aktuellen Forschungsstand von HyReKA

1. Mit den angewendeten Methoden können MRE und XDR-Bakterien mit Carbapenemasen aus Abwasserproben isoliert werden.
2. Kläranlagen reduzieren die Anzahl der resistenten Isolate, beseitigen sie jedoch nicht gänzlich.
3. Im Abwasser lassen sich international beschriebene Hochrisiko-Klone nachweisen.
4. Das Vorkommen resistenter Bakterien variiert in landwirtschaftlichen Abwässern (Geflügel vs. Schwein, Mastbetriebe vs. Schlachthöfe).
5. In Klinikabwässern findet sich eine deutlich erhöhte Dichte von MRE und XDR-Bakterien mit Carbapenemasen im Vergleich zu kommunalen und landwirtschaftlichen Abwässern

ukb universitäts klinikumbonn
ihph
GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
HyReKA
UNIVERSITÄT BONN

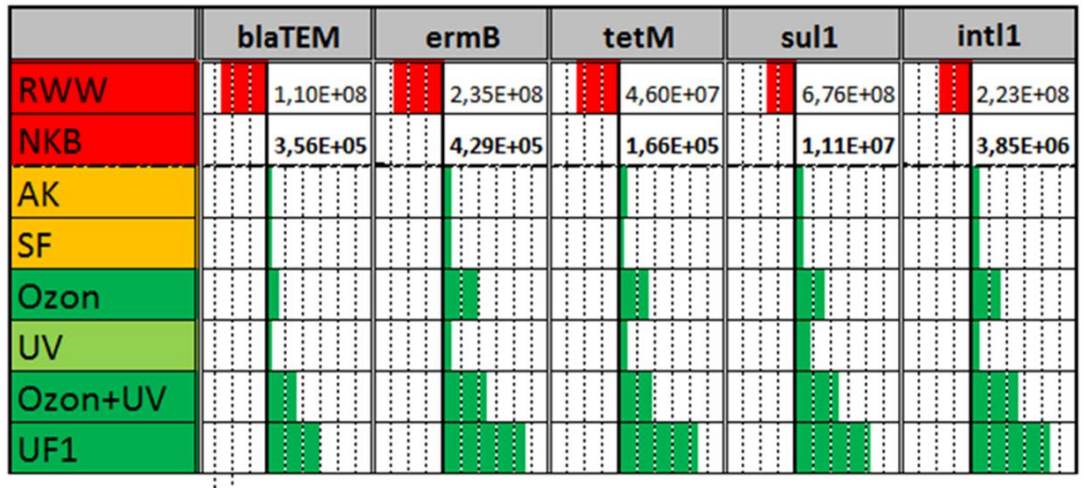
Eliminationsverfahren bisher in HyReKA getestet

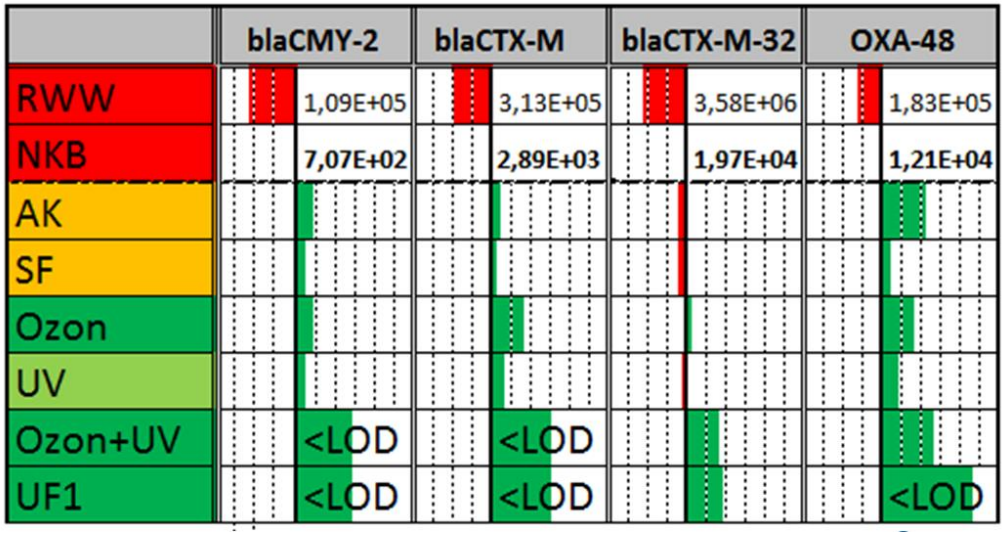


GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ukb universitätsklinikumbonn ihph HyReKA KIT Karlsruher Institut für Technologie UNIVERSITÄT BONN

Reduktion von Antibiotikaresistenz-Genen



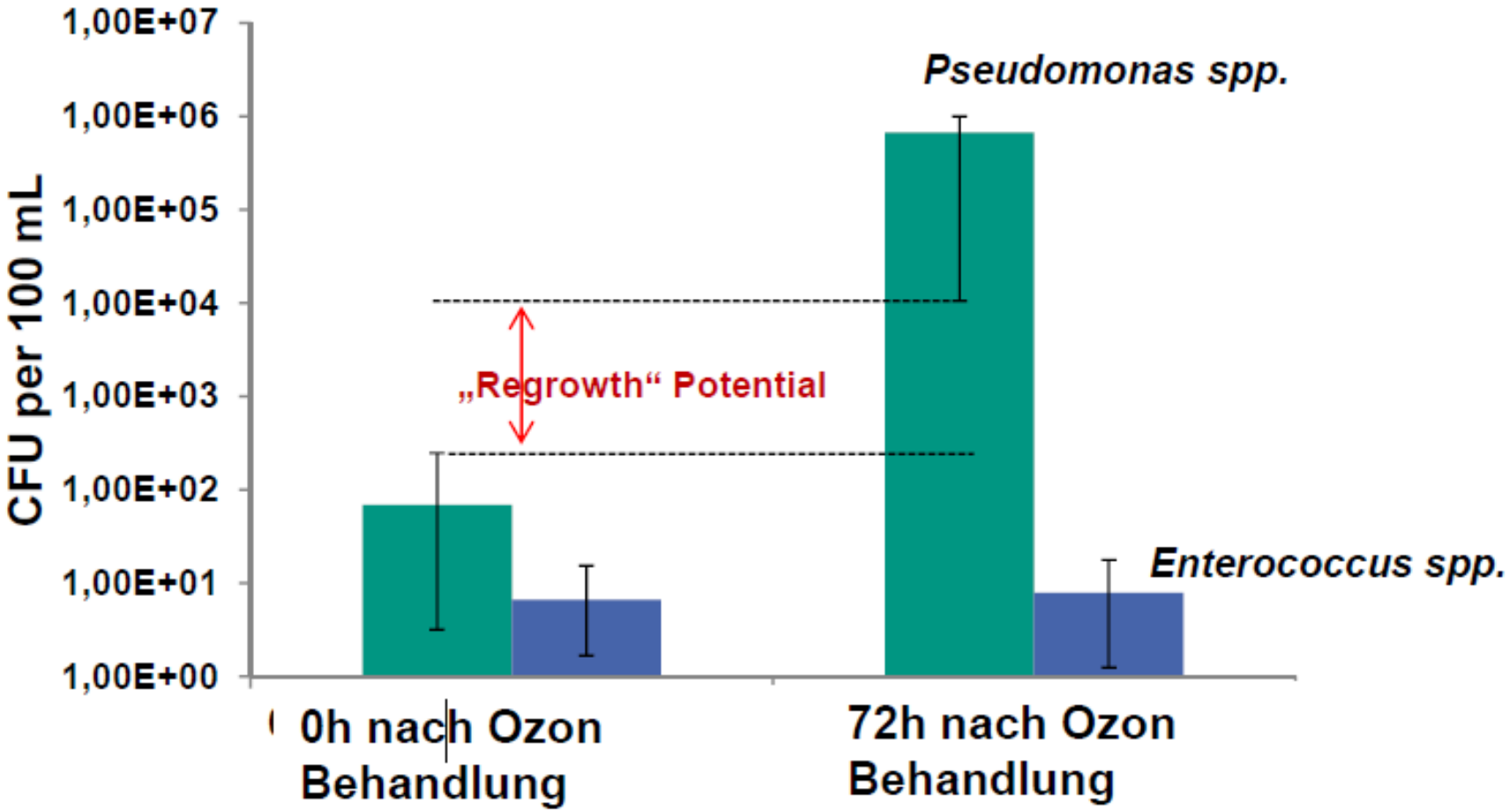


RWW: Zulauf
NKB: Nachklärung
AK: Aktivkohle
SF: Sandfilter
UF: Ultrafiltration

- Reduktionsleistung ist abhängig von der Resistenzdeterminanten bzw. deren Trägerorganismen.
- Aktivkohle und Sandfilter zeigen wenig Reduktion
- UV-Bestrahlung allein ist wenig effektiv (Niederdruck).
- Ozon+UV deutlich effektiver
- Ultrafiltration hohe Reduktion
- **Restrisiko**: Optimierung erforderlich (z.B. Kontaktzeit bei Ozon?).

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Restrisiko bedeutet Regrowth Potential



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

HyReKA

NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement

RiSKWa

Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankh

HyReKA: Biologische bzw. hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle Antibiot
landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässe

Home | **Aktuelles** | Konzept | Partner | Presse | Links | Intern

ONE HEALTH & FOOD SAFETY

INTERNATIONAL CONGRESS
18 - 19 SEPTEMBER, 2018
BONN, GERMANY

CALL FOR PAPERS, POSTERS & ORGANISED SESSIONS

www.hyreka.net

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ukb universitäts klinikumbonn

ihph

UNIVERSITÄT BONN

landwirtschaftliche fakultät

Vielen Dank!

Prof. Dr. Dr. Martin Exner

Dr. Dr. Ricarda Schmithausen

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Prof. Dr. Gabriele Bierbaum
Mike Gajdiss
Cathrin Albert
Anna Schallenberg

Dr. Marijo Parčina
Ursula Klanke
Franziska Lenz-Plet
Vanessa Barabasch

PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

HyReKA

UNIVERSITÄT BONN

ukb universitäts klinikumbonn

ihph

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Dr. med. Dr. agr. Ricarda Schmithausen

Ricarda.schmithausen@ukbonn.de
Tel: 0228 287 13452

Universitätsklinikum Bonn
Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit
Sigmund-Freud-Straße 25
53127 Bonn

www.hyreka.net

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung