

Erkenntnisse aus dem Projekt „HyReKA- Kernbotschaften

Martin Exner, Gabi Bierbaum, Harald Färber, Ricarda Schmithausen, Judith Kreyenschmidt, Thomas Berendonk, Johannes Pinnekamp, Thomas Schwartz

Institute for Hygiene and Public Health, University Hospital Bonn



GEFÖRDERT VOM





HyReKA

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

Synthese- und Abschlussbericht

Bonn, Karlsruhe, Dresden, Aachen, Bad Elster 2020



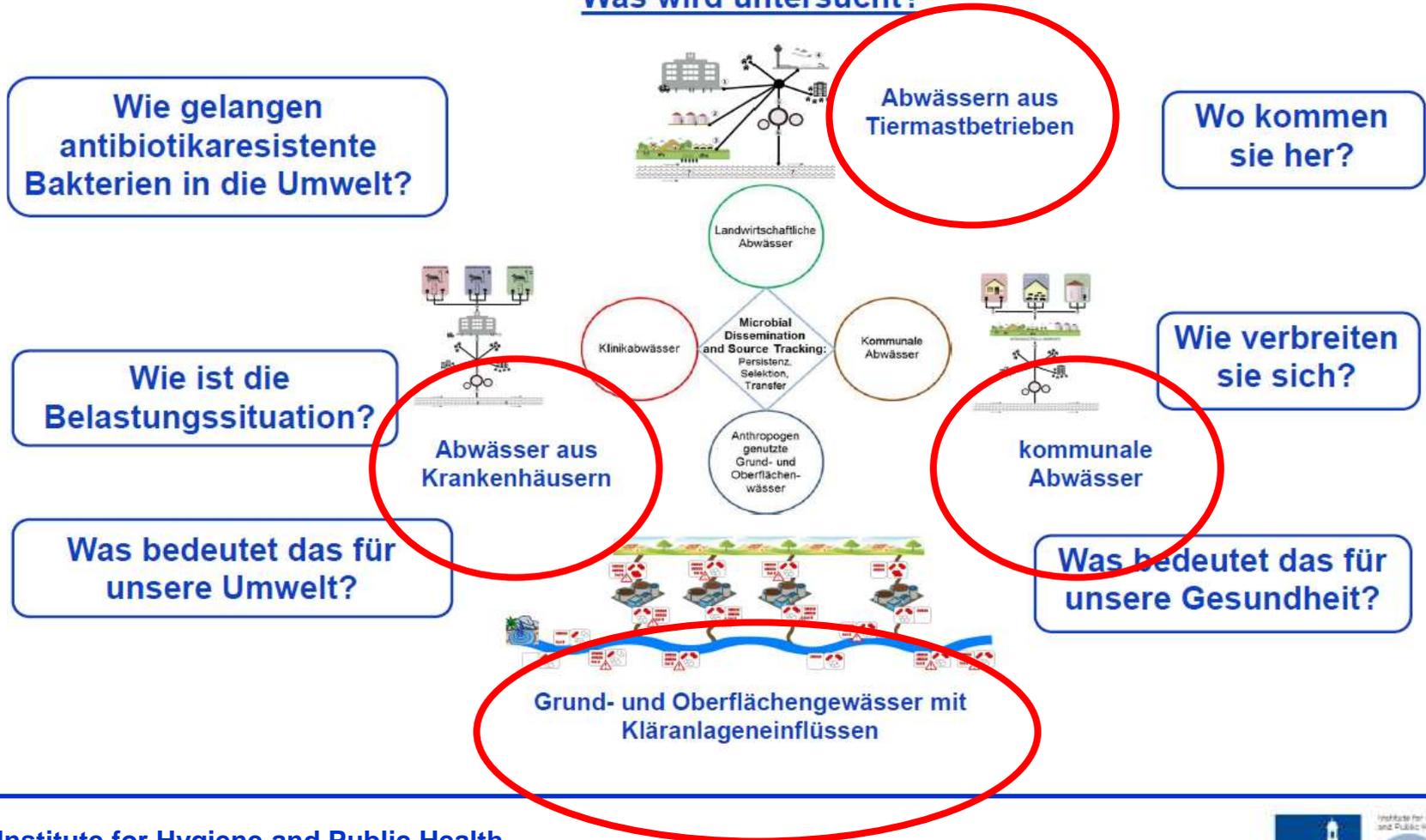
HyReKA

Biologische bzw. **hygienisch-medizinische Relevanz** und Kontrolle Antibiotika-resistenter Krankheitserreger

in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen **Abwässern** und deren Bedeutung in Rohwässern

Verbreitung antibiotikaresistenter Bakterien durch Abwasser in der aquatischen Umwelt

Was wird untersucht?



Verbundpartner

Verbundpartner

Projektleitung Prof. Dr. med. Dr. h.c. Martin Exner, Universität Bonn /
Universitätsklinikum Bonn

Projektkoordination Prof. Dr. rer. nat. Thomas Schwartz, Karlsruher Institut
für Technologie,
Telefon: +49 721-608-26802; Fax: +49 721-608-26858
thomas.schwartz@kit.edu

Dr. med. Dr. agr. Ricarda Schmithausen Universität
Bonn / Universitätsklinikum Bonn
Telefon: +49 228 287 13452; Fax: +49 228 287 15645
ricarda.schmithausen@ukbonn.de

food-net-center**bonn**



International FoodNetCenter (FNC) Fokusgruppe „Food Waste“

Institut für Ernährungs- und
Lebensmittelwissenschaften (IEL),
Lebensmittelverfahrenstechnik

Katzenburgweg 7-9
53115 Bonn

Ansprechpartner: Prof. Dr. Judith Kreyenschmidt,
Tel.: +49 228 733886, Fax.: +49 228 732617
j.kreyenschmidt@uni-bonn.de

Forschungspartner



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Hermann-von Helmholtz Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Institut für Funktionelle Grenzflächen (IFG)
Ansprechpartner: Prof. Dr. Thomas Schwartz
Telefon: +49 721-608-26802; Fax: +49 721-608-26858
thomas.schwartz@kit.edu

Institut für Mikrosystemtechnik (IMT)
jetzt: Universität Freiburg,
Institut für Mikrosystem Technik IMTEK
Ansprechpartner: Prof. Dr. Bastian E. Rapp
Tel.: +49 761 203 7351;
bastian.rapp@imtek.uni-freiburg.de



Technische Universität Dresden

Institut für Hydrobiologie
Drübebau
Zellescher Weg 40
01062 Dresden

Ansprechpartner: Prof. Dr. Thomas U. Berendonk
Tel. +49 351-463 4 2379; Fax: +49 351-463 3 7108
Thomas.Berendonk@TU-Dresden.de



NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



RiSKWa
Risikomanagement von neuen Schadstoffen und
Kombinationen in Wasserbüchse

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Verbundpartner



RWTH Aachen
Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH
Aachen
Mies-van-der-Rohe-Straße 1
52074 Aachen

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp
Telefon: +49 241 8025207
isa@isa.rwth-aachen.de



Umweltbundesamt Bad Elster
Heinrich-Heine-Straße 12
08645 Bad Elster

Ansprechpartner:
Dr. Claudia Strobel
Claudia.strobel@uba.de



TZW Karlsruhe
DVGW-Technologiezentrum Wasser
Umweltbiotechnologie und Altlasten
Karlsruher Straße 84
76139 Karlsruhe

Ansprechpartner:
Prof. Dr. Andreas Tiehm, Dipl. Ing. Claudia Stange
Tel: +49 721 9678-137; Fax: +49 721 9678-101



Erftverband Bergheim
Am Erftverband 6
50126 Bergheim

Ansprechpartner: Dr. Christian Gattke
Tel: +49 2271 88 1245 , Fax: +49 2271 88 1261
christian.gattke@erftverband.de



GEFÖRDERT VOM



Verbundpartner



Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV)
Hauptverwaltung Brake
Georgstraße 4
26919 Brake

Ansprechpartner:
Frau Ulrike Biebert-Petermann, Herr Jürgen Wachtendorf, Frau Silke Buecker,
Tel.: +49 441 40837-601; Fax: +49 441 40837-623
buecker@oowv.de; wachtendorf@oowv.de

ZVK

Zweckverband
Klärwerk Steinhäule

Zweckverband Klärwerk Steinhäule
Reinzstr. 1
89233 Neu-Ulm

Ansprechpartner: Herr Christian Hiller,
Tel.: +49 731 97972137; Fax.: +49 731 97972 43
c.hiller@klaerwerk-steinhaeule.de

Das Verbundprojekt „HyReKA“ wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Teil der Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“ unter dem Förderkennzeichen 02WRS1377A-K gefördert. Es wird betreut vom Projektträger Karlsruhe (PTKA).

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



PTKA
Projektträger Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



RiSKWa
Risikomanagement von neuen Schadstoffen und
Krankheitserregern im Wasserkreislauf

Synthese und Kernbotschaften

Ziel

- Charakterisierung (qualitativ und quantitativ) von Eintragspfaden von Antibiotika-resistenten Bakterien, Antibiotika-Resistenzgenen und Antibiotika-Rückständen von Mensch oder Tier in die Umwelt (Source Dissemination),
- Unterbrechung der Ausbreitung in die Umwelt mit geeigneten technischen Verfahren.
- Rückkopplung zurück zum Menschen durch Kontakt mit Wasser (Microbial Dissemination).
- Prüfung der Rückverfolgbarkeit von Antibiotika-resistenten Erregern und Resistenzgenen aus Abwässern auf deren Ursprungsorte im Sinne des Microbial Source Tracking.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Synthese und Kernbotschaften

Untersuchungsbereiche

- Ein **Krankenhaus der Maximalversorgung**: Ausgehend von einer Station, in der ein besonders hoher Antibiotikaverbrauch vorlag, wurden die Abwässer durch die Stadt über die Kläranlage bis in den Vorfluter verfolgt und mit der Belastung anderer Zuflüsse in die Kläranlage verglichen und Antibiotikarückstände gemessen.
- **Kommunale Abwässer**: Ein ländliches Flusssystem ohne Viehzucht mit vier kleinen Orten ohne Krankenhäuser und die angeschlossenen Kläranlagen sowie dem Vorfluter und Gewässer. In diesem Bereich wurde auch die Wirkung von Retentionsbodenfiltern getestet.
- **Weitere 24 Kläranlagen unterschiedlichster Größen**, Einzugsgebiete und Ausbaustufen wurden untersucht und miteinander bzgl. Resistenzverbreitung verglichen. Ein Großteil der Kläranlagen (11 Stück) behandelte vor allem kommunales Abwasser, 7 Kläranlagen hatten Krankenhäuser im Einzugsgebiet und 6 Kläranlagen behandelten größere Mengen an Abwässern aus Lebensmittelverarbeitenden Betrieben.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Synthese und Kernbotschaften

Untersuchungsbereiche

- Untersuchung an einer Großkläranlage erweiterte Verfahrenstechniken und Kombinationen zur Reduktion fakultativ-pathogener Bakterien und von Antibiotikaresistenzgenen (Adsorptive Filtration, Ozonung, UV und Membranfiltration).
- Landwirtschaft: Die Abwässer und Prozesswässer aus mehreren Geflügel- und Schweineschlachthöfen sowie den angeschlossenen hauseigenen und kommunalen Kläranlagen
- Flugzeuge und ihre Toiletten als Hotspots für den Eintrag von Resistenzgenen
- Rohwässer und Trinkwasser wurden ebenfalls untersucht.
- Die Ergebnisse des HyReKA-Projekts wurden dann aus Sicht des Umweltbundesamtes (UBA) und der Siedlungswasserwirtschaft bewertet



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaften

Kernbotschaft 1:

Krankenhäuser stellen die stärkste Quelle für multiresistente Bakterien und Antibiotikarückstände dar



GEFÖRDERT VOM



Kernbotschaft 1

- In Proben aus der Sanitärinstallation der Patientenzimmer konnten hohe und z.T. **persistierende Kontaminationen mit Antibiotika-resistenten Erregern und Antibiotika-Rückständen** nachgewiesen werden.
- Rohabwasser aus Klinikbereichen mit hohem Antibiotikaverbrauch **erschien hochbelastet mit 4MRGN**, teilweise waren diese Bakterien nur noch gegen eine oder zwei Substanzen empfindlich und sind damit als **hochkritisch** zu bewerten.
- In der untersuchten nachgeschalteten **Kläranlage** wurden ARB wie auch andere hygienisch-relevante Mikroorganismen zwar um im **Median 3 log-Stufen (Spannweite: 2-4 log-Stufen)** reduziert, aber es wurden **dennoch multiresistente Isolate im Kläranlagen-Ablauf** nachgewiesen



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

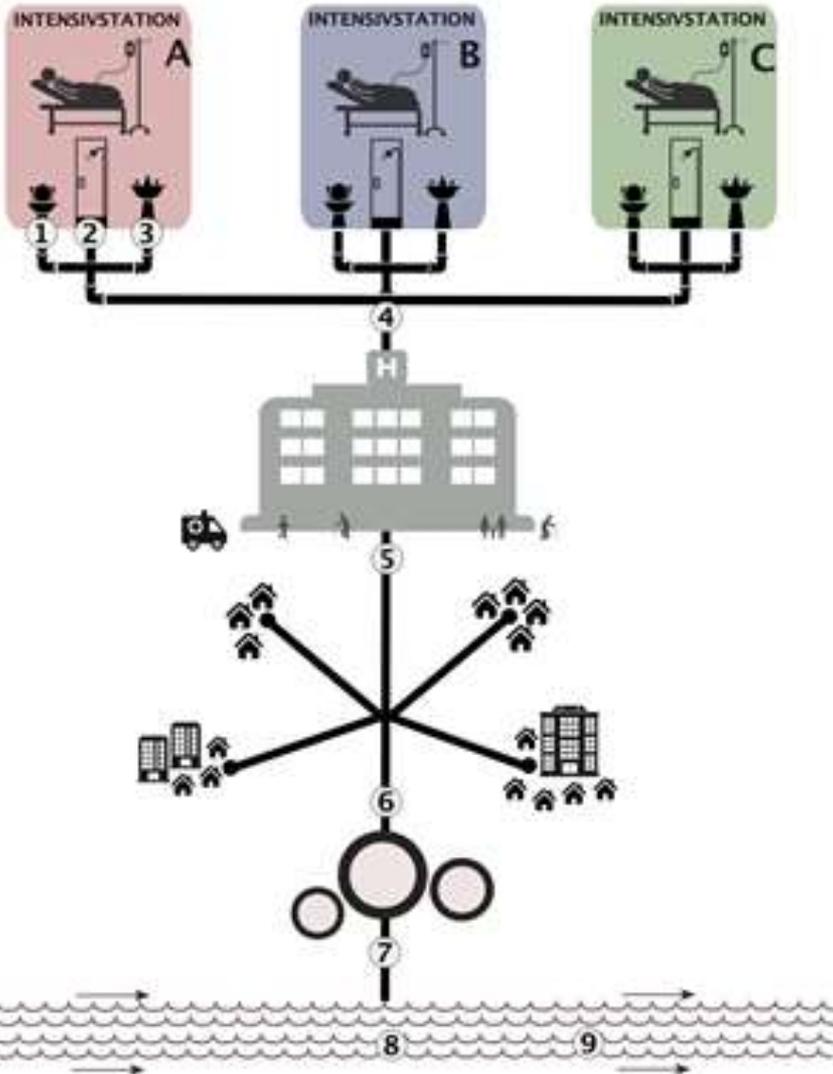
Kernbotschaft 1

- **ESBL-** (extended spectrum β - lactamases) produzierende Bakterien sind **im Gewässer bereits regelmäßig vorzufinden**, sind jedoch seltener gegen 3 oder 4 klinisch bedeutsame Wirkstoffgruppen multi-resistent.
- Im Vergleich zu anderen resistenten Erregern (ESBL, VRE) sind **MRSA in Abwasser und Gewässern relativ selten nachweisbar** (Schreiber et al. 2019).



GEFÖRDERT VOM





Die Probenahmestellen im Krankenhaus umfassen:

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

Die Besiedlung der Patienten ist aus dem regulären Screening bekannt.

Occurrence of antimicrobial substances in toilet, sink and shower drainpipes of clinical units

ARTICLE IN PRESS

International Journal of Hygiene and Environmental Health xxx (xxxx) xxx–xxx

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Hygiene and
Environmental Health

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijheh



The occurrence of antimicrobial substances in toilet, sink and shower drainpipes of clinical units: A neglected source of antibiotic residues

A.M. Voigt^{a,2}, H.A. Faerber^{a,*}, G. Wilbring^a, D. Skutlarek^a, C. Felder^a, R. Mahn^b, D. Wolf^{b,c}, P. Brossart^d, T. Hornung^d, S. Engelhart^d, M. Exner^d, R.M. Schmithausen^{e,1}

^aInstitute for Hygiene and Public Health, University Hospital Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn, Germany

^bMedical Clinic, Department of Haematology and Oncology, Centre for Integrated Oncology, University Hospital Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn, Germany

^cUniversity Clinic V, Dept. Hematology and Oncology, Medical University Innsbruck, Anichstrasse 35, A-6020 Innsbruck, Austria

^dClinic and Polyclinic for Dermatology and Allergy, University Hospital Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn, Germany



Fig. 2. Sampling spots in the oncology department: A) shower drainage B) sink and C) toilet.

To the best of our knowledge, this study shows for the first time that in hospitals with high antibiotic consumption rates, residues of these drugs can be regularly detected in toilets, sink siphons and shower drains at concentrations ranging **from 0.02 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ to a maximum of 79 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.**

After complete flushing of the wastewater siphons, antibiotics are no longer detectable, but after temporal stagnation, the concentration of the active substances in the water phases of respective siphons increases again, suggesting that antibiotics persist through the washing process in biofilms.

- This study demonstrates that clinical wastewater systems offer further possibilities for the optimization of antibiotic resistance surveillance.



„Das Abwassersystem ist der
Gastrointestinaltrakt des
Krankenhauses“

KRINKO- Abwasserempfehlung 2020

Bekanntmachungen – Amtliche Mitteilungen

Bundesgesundheitsbl 2020 · 63:484–501
<https://doi.org/10.1007/s00103-020-03118-7>
Online publiziert: 25. März 2020
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

Anforderungen der Hygiene an abwasserführende Systeme in medizinischen Einrichtungen

Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
 2. Geltungsbereich und Zielgruppe
 3. Bezug zu vorausgegangenen Empfehlungen
 4. Begriffsbestimmung abwasserführender Systeme
 5. Gesetzliche Grundlage und technische Regeln für abwasserführende Systeme
 6. Abwasserassoziierte Infektionsrisiken
 - 6.1 Infektionserreger
 - 6.2 Übertragung
 - 6.3 Wirksamkeit abwasserassoziierter Hygienemaßnahmen
 - 6.3.1 Nosokomiale Infektionsausbrüche
 - 6.3.2 Vorkommen gramnegativer Infektionserreger
 - 6.4 Einzelne Bereiche des abwasserführenden Systems
 - 6.4.1 Waschbecken
 - 6.4.2 Toiletten
 - 6.4.3 Steckbecken
 - 6.4.4 Duschen und Duschabläufe
 - 6.4.5 Abwasserführendes Leitungssystem im Krankenhaus
 - 6.4.6 Entleerung von Dialysebeuteln
 - 6.4.7 Abwasserführendes System in Krankenhausküchen
 7. Ökologie, Reservoirs und mit abwasserführenden Systemen assoziierte Übertragung
 - 7.1 Desinfektionswirkstoffe zur Elimination von Biofilmen
 - 7.2 Abwasserführende Systeme als Reservoir für die Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen
 8. Empfehlungen
 - 8.1 Aufklärung, Information, Schulung und Organisation
 - 8.2 Design von Waschbecken, sanitären Anlagen und Duschen
 - 8.3 Desinfektion im Sanitärbereich
 - 8.4 Ausgussbecken in unreinen Räumen
 - 8.5 Steckbeckenspüler
 - 8.6 Abwasserführende Systeme
 - 8.7 Maßnahmen bei Havariefällen von Abwasserleitungen
 - 8.8 Küchen
 - 8.9 Maßnahmen bei Ausbrüchen
- Abkürzungsverzeichnis
Literatur
Informativer Anhang

Zusatzmaterial online

Das Zusatzmaterial online (<https://doi.org/10.1007/s00103-020-03118-7>) beinhaltet einen informativen Anhang zu der vorliegenden Empfehlung. Der Inhalt des Zusatzmaterials entspricht der Tabelle 2 im Heft.

1. Einleitung

Abwassersystemen (bzw. dem darin enthaltenen Abwasser) als mögliches Reservoir für nosokomiale Infektionserreger in medizinischen Einrichtungen wurde bisher nicht die entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet. Es gibt bisher keine gesonderten Regularien, z. B. in entsprechenden Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO), die im Rahmen anderer Hygienestrategien zur Bekämpfung nosokomialer Infektionen erstellt wurden. Abwasser aus Krankenhäusern wurde hinsichtlich seiner mikrobiellen Zusammensetzung wie kommunales Abwasser eingestuft. Beide Abwasserquellen wurden als vergleichbar potenziell infektiös betrachtet. Es wurde in der Folge aus abwassertechnischen Gründen keine gesonderte hygienische Behandlung, Separierung oder getrennte Entsorgung von Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen als notwendig erachtet.

Mittlerweile liegen jedoch insbesondere im Zusammenhang mit gramnegativen *Enterobacterales* und nicht-fermentierenden Bakterien (*Acinetobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, etc.), u. a. auch von

6. Abwasserassoziierte Infektionsrisiken

- 6.1 Infektionserreger
- 6.2 Übertragung
- 6.3 Wirksamkeit abwasserassoziierter Hygienemaßnahmen
 - 6.3.1 Nosokomiale Infektionsausbrüche
 - 6.3.2 Vorkommen gramnegativer Infektionserreger
- 6.4 Einzelne Bereiche des abwasserführenden Systems
 - 6.4.1 Waschbecken
 - 6.4.2 Toiletten
 - 6.4.3 Steckbecken
 - 6.4.4 Duschen und Duschabläufe
 - 6.4.5 Abwasserführendes Leitungssystem im Krankenhaus
 - 6.4.6 Entleerung von Dialysebeuteln
 - 6.4.7 Abwasserführendes System in Krankenhausküchen

7. Ökologie, Reservoirs und mit abwasserführenden Systemen assoziierte Übertragung

- 7.1 Desinfektionswirkstoffe zur Elimination von Biofilmen
- 7.2 Abwasserführende Systeme als Reservoir für die Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen

8. Empfehlungen

- 8.1 Aufklärung, Information, Schulung und Organisation
- 8.2 Design von Waschbecken, sanitären Anlagen und Duschen
- 8.3 Desinfektion im Sanitärbereich
- 8.4 Ausgussbecken in unreinen Räumen
- 8.5 Steckbeckenspüler
- 8.6 Abwasserführende Systeme
- 8.7 Maßnahmen bei Havariefällen von Abwasserleitungen
- 8.8 Küchen
- 8.9 Maßnahmen bei Ausbrüchen

KRINKO- Abwasserempfehlung 2020

Tab. 2 Informative Beispiele für Präventionsmaßnahmen für abwasserführende Systeme in medizinischen Einrichtungen

Regelungsbereich	Bereich ohne Infektionsrisiko (I)	Bereich mit möglichem Infektionsrisiko (II)	Bereich mit besonderem Infektionsrisiko (III)
Sensibilisierung, Information und Schulung des Personals	Im Rahmen von Schulungen, z. B. zur Basishygiene, wird auf die Bedeutung des abwasserführenden Systems als Reservoir für nosokomiale Infektionserreger (einschließlich antibiotikaresistente Erreger), für Resistenzgene und Antibiotikarückstände sowie auf geeignete Präventions- und Kontrollmaßnahmen eingegangen. Besondere Risiken werden adressiert, z. B. Probleme der Verstopfung durch Abwerfen von Wischtüchern in die Toilette.		
Patienten	Keine besonderen Anforderungen	Sofort Patienten Sanitärbereiche nutzen, werden sie über die hygieneerrechtliche Benutzung des Sanitärbereiches informiert (Waschbecken, spritzwassergeschützte Positionierung ihrer persönlichen Utensilien, Benutzung von Duschen und Toiletten) z. B. durch geeignete Informationsmaterialien.	
Waschbecken 	Keine besonderen Anforderungen	<p>Falls Arbeitsflächen für aseptische Tätigkeiten, z. B. Umgang mit Infusionslösungen, Parenteralia und Ernährungslösungen, an den Waschplatz angrenzen, sind diese durch Spritzschutz abzuschirmen.</p> <p>Persönliche Utensilien der Patienten werden nicht auf dem Waschbeckenrand oder in Spritznähe, sondern möglichst spritzgeschützt oder in ausreichendem Abstand zum Waschbecken aufbewahrt.</p> <p>Waschbecken mit rückwärts in der Wandung gelegenen Abflussöffnungen reduzieren die Umgebungskontamination. Bei Neu- oder Umbaumaßnahmen wird Waschbecken mit nachgewiesener geringerer Umgebungskontamination der Vorzug gegeben.</p> <p>Es gelten die Empfehlungen in der KRINKO-Empfehlung <i>Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens</i> zu den Anforderungen eines Handwaschplatzes.</p> <p>Waschbecken bestehen aus Materialien, die leicht zu reinigen und mit Präparaten auf der Basis von Per- bzw. Chlorverbindungen zu desinfizieren sind, über glatte Oberflächen verfügen und keine Fissuren aufweisen.</p> <p>Der störungsfreie Ablauf von Waschbecken ist regelmäßig zu kontrollieren, z. B. vom Reinigungspersonal zu kontrollieren.</p> <p>Bei Verstopfung bzw. Rückstau sind die Ursachen durch in Hygiene geschultes technisches Personal zu beseitigen und hiernach eine desinfizierende Reinigung mit Perverbindungen bzw. Chlor vorzunehmen. Das Hygienefachpersonal wird informiert.</p> <p>Waschbecken sind in ausreichendem Abstand (mind. 1 m) zum Patientenbett zu positionieren.</p> <p>–</p> <p>Bei Neuplanung ist auf Waschbecken im Patientenzimmer zu verzichten, wobei in diesem Fall sicherzustellen ist, dass dem medizinischen Personal in der näheren Umgebung Handwaschplätze für eine eventuell erforderliche Händewaschung zur Verfügung stehen (z. B. bei Betreuung von Patienten mit <i>Clostridioides difficile</i>).</p> <p>Es kann in Erwägung gezogen werden, die Abflussleitungen der Waschbecken mit thermisch desinfizierenden Siphonsystemen auszustatten.</p> <p>In Bereichen mit mobilen Patienten (z. B. Hämato-Onkologie) haben die Patientenzimmer eigene, direkt vom Zimmer aus erreichbare Naszellen.</p>	
Toiletten 	Keine besonderen Anforderungen	Bei Neu- und Umbauten sind spülrandfreie Toilettenschüsseln zu empfehlen.	Spülrandfreie Toilettenschüsseln ist der Vorzug zu geben.
		<p>Nicht gestattet nach DIN EN 1717 sind Intimwasserspülung (Hygieneduschen) über Schlauchverbindungen mit direktem Anschluss an einen Wasserhahn.</p> <p>Während der Toilettenspülung wird der Toilettendeckel geschlossen. Darüber werden Patienten z. B. durch Hinweisschilder im Sanitärbereich informiert.</p> <p>Bei Verstopfung bzw. Rückstau sind die Ursachen durch in Hygiene geschultes technisches Personal zu beseitigen und hiernach eine desinfizierende Reinigung mit Perverbindungen bzw. Chlor vorzunehmen. Das Hygienefachpersonal wird informiert.</p>	

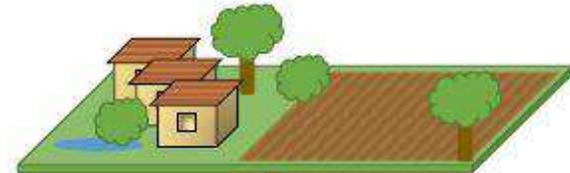
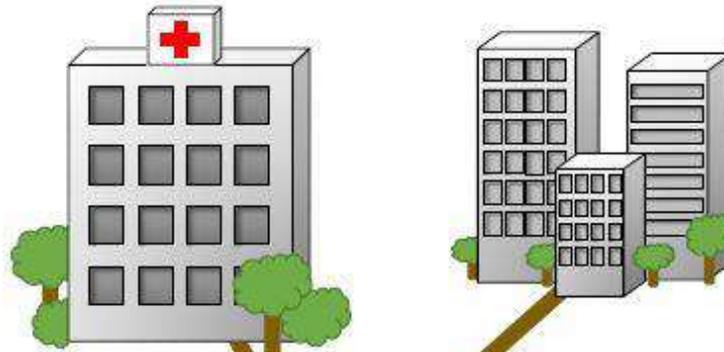
Tab. 2 (Fortsetzung)

Regelungsbereich	Bereich ohne Infektionsrisiko (I)	Bereich mit möglichem Infektionsrisiko (II)	Bereich mit besonderem Infektionsrisiko (III)
Steckbeckenspüler	Keine besonderen Anforderungen	Steckbeckenspüler werden bei rein thermischen Verfahren mit einem A0-Wert von mindestens 600 betrieben. Bei der Neu- und Umbauplanung wird auf eine ausreichende Anzahl von Steckbeckenspülem in strategisch sinnvollen Bereichen der Station geachtet.	
		–	In Bereichen für bestimmungsgemäß infektiöse bzw. sehr schwer immunsupprimierte Patienten ist das Vorhandensein von Steckbeckenspülem sinnvoll, die jeweils dem Zimmer zugeordnet sind (bei Um- und Neubau beachten).
Duschen und Duschbecken  	Keine besonderen Anforderungen	<p>Bei Neu- und Umbauplanungen ist vorzusehen, dass Duschbecken und deren Abfluss gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln beständig sind (inkl. Desinfektion mit Perverbindungen bzw. Halogenen).</p> <p>Speziell konstruierte Abflussöffnungen (Abwasserkrappen) erlauben die Desinfektion. Bei Neu- oder Umbaumaßnahmen können diese in Erwägung gezogen werden.</p> <p>Bei neu eingerichteten Duschen wird der Abfluss nicht im direkten Positionsbereich des Duschenden positioniert; wandnahe Bodenabläufe sind zu bevorzugen. Bei bodengleichen Duschen ohne Spritzschutz sollte das Bodengefälle zum Fußbodenabfluss von der Tür bis zum Abfluss vorhanden sein, um stehendes Wasser zu verhindern.</p> <p>Insbesondere bei Flachduschen wird baulich-funktionell immer auf einen ausreichenden Abstand zwischen Abflussöffnung und Abwasserrohr geachtet. Abwasser darf nicht sichtbar in den Duschabläufen stehen, da die Abwasserleitung Zimmer untereinander ohne Barriere verbindet.</p> <p>Bei Verstopfung bzw. Rückstau sind die Ursachen durch in Hygiene geschultes technisches Personal zu beseitigen und hiernach eine desinfizierende Reinigung mit Perverbindungen bzw. Chlor vorzunehmen. Das Hygienefachpersonal wird informiert.</p> <p>Auf Duschvorhänge wird in der Regel verzichtet.</p> <p>Kann auf Duschvorhänge nicht verzichtet werden, werden diese mit einem hinreichenden Abstand zum Fußboden bzw. zur Duschtasse installiert. Regelungen zu regelmäßiger Aufbereitung bzw. zum Austausch von Duschvorhängen werden im Hygieneplan festgelegt.</p>	
Schmetterlingsmücken (Clogmia albipunctata) 	Keine besonderen Anforderungen	Das Auftreten von Schmetterlingsmücken in Sanitärbereichen der Patienten oder in Küchen ist dem Hygienefachpersonal zu melden.	

Klinikabwasser ist stärker belastet als Kommunalabwasser

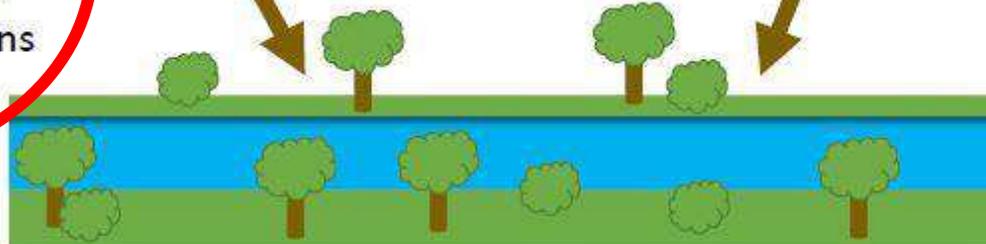
Clinical/urban area

Rural area



High dissemination of multi-drug resistant Gram-negative pathogens

Low dissemination of multi-drug resistant Gram-negative pathogens



Kernbotschaft 2

- Konventionelle kommunale Kläranlagen können nur unzureichend Antibiotikaresistenzen und Antibiotikarückstände reduzieren.
- Dazu sind zusätzliche kombinatorische Verfahren bereits einsetzbar.
- Indikatoren zur biologischen Überwachung werden zum Schutz von empfindlichen aquatischen Bereichen vorgeschlagen.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 2

- Konventionelle kommunale Kläranlagen konnten resistente Bakterien im Abwasser analog zu "normalen" Bakterien um im Mittel rund 3 log-Stufen (99,9%) reduzieren, in den Kläranlagenausläufen waren multiresistente Bakterien aber nachweisbar.
- Dies ist jedoch unter Berücksichtigung der täglichen Emission von 10_{12} bis 10_{15} ARGs im gereinigten Kläranlagenablauf nicht ausreichend
- Zum Schutz der Trinkwassergewinnung, Badegewässer und Bewässerung in der Landwirtschaft müssen an als belastet eingestuft Kläranlagen Maßnahmen zur Gesundheitsvorsorge getroffen werden.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 2

- Favorisiert werden technische Maßnahmen an Kläranlagen, bei denen die Verfahren zur Bakterienreduktion Synergieeffekte mit der Spurenstoff-/Mikroplastikreduktion besitzen.
- Dies wird durch Verfahrenskombinationen aus Membranverfahren (**Ultrafiltration, MBR**, Fokus: Bakterien) und **Ozonung und/oder adsorptive Verfahren** (Fokus: Spurenstoffe und Mikroplastik) ermöglicht



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 2

- Regularien und **Grenzwerte** für sensible Bereiche zum Nachweis bzw. zur Reduktion von Antibiotika-resistenten Bakterien sind notwendig:
- Als Screening-Indikator wird seitens des HyReKA-Verbundes der kulturelle Nachweis von *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* und *E. faecium* empfohlen. Optional ist der Nachweis von *Acinetobacter baumannii*.
- Als molekularbiologische Screening-Indikatoren werden **Antibiotikaresistenzgene** gegen Carbapeneme (blaNDM-1, blaKPC, blaVIM, blaOXA48), **Colistin** (mcr-1) und **Vancomycin** (vanA/B) empfohlen.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 2

- Bei der Eliminierung von Antibiotikarückständen werden einige Wirkstoffe praktisch vollständig zurückgehalten, z.B. konnten Sulfamethoxazol, Trimethoprim und Clarithromycin noch regelmäßig in den Kläranlagen-Abläufen nachgewiesen werden.
- In den Gewässern war nur Sulfamethoxazol noch regelmäßig nachweisbar (erst unterhalb der ersten KA-Einleitstelle).



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 3:

- Die Prozessabwässer auf den Schlachthöfen enthielten Antibiotika-resistente Bakterien (ESBL-Bildner), die aber die geringste Multi-Resistenz aufwiesen.
- Antibiotika-Rückstände sind hier sehr gering.



GEFÖRDERT VOM



Kernbotschaft 3

- In Geflügelschlachthöfen konnten auch Ciprofloxacin- und Colistin-resistente Gram-negative Bakterien und gerade hier das mobile mcr-Resistenzgen nachgewiesen werden (Savin et al. 2020).
- Die Partner des Verbundprojektes sind der Auffassung, dass wie in **Australien Fluorchinolone und entsprechend der Empfehlung der WHO Colistin in der Tierzucht nicht mehr eingesetzt werden sollten.**
- Insbesondere betriebseigene Kläranlagen von den Geflügelschlachthöfen, die das Abwasser mittels Ultrafiltration und Ozon aufbereiten, reduzierten die Gesamtkeimbelastung um 4-6 log-Stufen, sodass die ausgewählten Erreger in nahezu allen Ablauf-Proben nicht mehr nachweisbar waren



GEFÖRDERT VOM



Kernbotschaft 4

- Flugzeugabwasser enthielten die größte Vielfalt von Resistenzgenen



GEFÖRDERT VOM



Kernbotschaft 4

- Die genannten Ergebnisse legen nahe, dass **Abwässer aus Flugzeugtanks** eine außergewöhnliche Quelle von Resistenzgenen und resistenten Bakterien darstellen.
- Fazit: Hygienische Maßnahmen im Flugzeug (**Desinfektion auf Toiletten**) und am Gate sind angeraten, um eine Ver-/Einschleppung von kritischen Antibiotikaresistenzen und fakultativ-pathogenen Erregern zu vermeiden.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 5

- Die zu ergreifenden Maßnahmen für dezentrale und zentrale Kläranlagen müssen anhand von einheitlichen Kriterien priorisiert werden



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 5

- Die Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen sieht z.B. bei knapp 2000 Krankenhäusern eine flächendeckende Behandlung von Krankenhausabwässern als unrealistisch an.
- Bei knapp 100 Millionen m³ Abwasser/Jahr würden hiermit Kosten von ca. 200 Millionen € pro Jahr anfallen.
- Aus diesem Grunde ist eine Priorisierung notwendig. Hierzu könnten nachfolgende Kriterien zählen:
 - • Der Vorfluter der Kläranlage hat eine besondere Schutzbedürftigkeit, z. B. Verwendung als Badegewässer, Rohwasser zur Trinkwasseraufbereitung
 - • Besonders große Kläranlagen (>500.000 Einwohner)
 - • Abwasseranteil der Kläranlagen im Abstrom, der größer als 50 % des Gesamtabflusses des Vorfluters ist.
 - • Kläranlagen mit hohem Klinikeinfluss (oder ggf. Schlachtbetriebe), wenn keine dezentrale Behandlung vorhanden ist bzw. in Frage kommt.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 5

- Wenn Maßnahmen zur **4. Reinigungsstufe** (Spurenstoffelimination) geplant sind, sollten auch **Antibiotikaresistenzen in der Planung mitberücksichtigt** werden, um Synergieeffekte zu nutzen.
- Zusätzlich sind weitere Maßnahmen im Kläranlageneinzugsgebiet erforderlich, wie Behandlung dezentraler Abwasserströme und Maßnahmen zur Eintragsminderung aus Mischwasser-Entlastungen. Dabei ist die Identifikation besonders belasteter Indirekteinleiter z. B. Krankenhäuser, Schlachtbetriebe von Bedeutung.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kernbotschaft 6

- Im Falle eines Befundes von coliformen Bakterien sollte das **Trinkwasser auch auf Resistenzgene** getestet werden.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Konsequenzen aus den Kernbotschaften des HyReKA-Forschungsprojekts

- Es konnten Indikatoren für besonders kritisch zu wertende mikrobiologische Parameter festgelegt werden, bei deren Nachweis Maßnahmen zur Reduktion der Belastungen veranlasst werden sollten.
- Als Screening-Indikatoren wird der kulturelle Nachweis von *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* und *E. faecium* festgelegt. Optional ist der Nachweis von *Acinetobacter baumannii*.
- Für den Nachweis von Multiresistenten Erregern wird eine Vorselektion auf „ESBL-Agarplatten“ festgelegt
- Positive Befunde werden anschließend auf ihre Resistenz gegen die Präparatkombinationen Piperacillin + Tazobactam, Cefotaxim, Ceftazidim, Ciprofloxacin und Kombination aus Imipenem + Meropenem, unter Berücksichtigung Erreger-spezifischer intrinsischer Antibiotikaresistenzen überprüft.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Konsequenzen aus den Kernbotschaften des HyReKA-Forschungsprojekts

- Als molekularbiologische Screening-Indikatoren werden Antibiotikaresistenzgene gegen Carbapeneme (blaNDM-1, blaKPC, blaVIM, blaOXA48),
- Colistin (mcr-1 bzw. mcr-1 bis 9 für den veterinären Bereich) und Vancomycin (vanA/B) festgelegt.
- Zusätzlich wurden qPCR-Nachweise für ausgewählte fakultativ-pathogene Bakterien durchgeführt: E. coli, P. aeruginosa, Klebsiella pneumoniae und Enterococcus faecium für ein Monitoring Verfahren festgelegt.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

- Das Spektrum an Antibiotikarückständen sollte sich auf den Nachweis von Carbapenemen, Fluorchinolone, Tetracyclin und Tylosin fokussieren.
- Optional ist der Nachweis von Sulfonamiden. Für den Nachweis von Antibiotikarückständen sind im klinischen Abwasser zusätzlich Piperacillin, Tazobactam, Cefotaxim, Meropenem und Imipenem in das Untersuchungsspektrum aufzunehmen



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Das Ampelprinzip zur Bewertung von Antibiotikaresistenzlagen ausgehend von den genannten Indikatoren

- Ein positiver molekularbiologischer Befund zu den genannten Resistenzgenen muss durch Kulturverfahren bestätigt werden, um einen Handlungsbedarf anzuzeigen.
- Hier wird ein Ampelprinzip vorgeschlagen mit
- Rot: - Molekularbiologie + Kultur positiv;
- Gelb: Nur Molekularbiologie positiv: Verifikation und erneute Überprüfung;
- Grün: kein positiver Befund in Kultur und Molekularbiologie, d.h. kein Handlungsbedarf



NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Erkenntnisse aus dem Projekt „ HyReKA- Kernbotschaften

Vielen Dank



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung