

# Bedeutung von Flugverkehr und Regenüberlaufbecken

Thomas U. Berendonk

# Antibiotikaresistenz ein internationaler Kontext



- Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext
  - ⇒ in Kliniken und in Kläranlagen
  - ⇒ In Kläranlagen und Gewässern
- Antibiotikaresistenz in Deutschland
  - ⇒ Regenüberlauf/Mischwasserentlastung
  - ⇒ Flugzeugtoiletten und Terminalabwässer

# Antibiotikaresistenz im Wasser (in der Umwelt)



- Methodenabriss
  - ⇒ Gene zusätzlich zu Isolaten
  - ⇒ Quantifizierung als Anzahl der Genkopien pro Resistenzgen im Verhältnis zu „normalen Genen“ (housekeeping e.g. 16S)  
„relative Anzahl der Resistenzgene“
  - ⇒ Quantifizierung als Anzahl der Genkopien pro Volumen  
„absolute Anzahl der Resistenzgene“ (Konzentration)
  - ⇒ Quantifizierung unterschiedlicher Resistenzgene (Diversität)

# Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext

Kliniken und Kläranlagen



**StARE**  
Stopping Antibiotic  
Resistance Evolution

2013 Water JPI Pilot Call focused on "Emerging water contaminants-anthropogenic pollutants and pathogens"



**Water JPI**

**National Funding Agencies**  
Portugal  
Spain  
Cyprus  
Germany  
Ireland  
Norway  
Finland

## Partners

7 countries, 10 institutions



GEFÖRDERT VOM



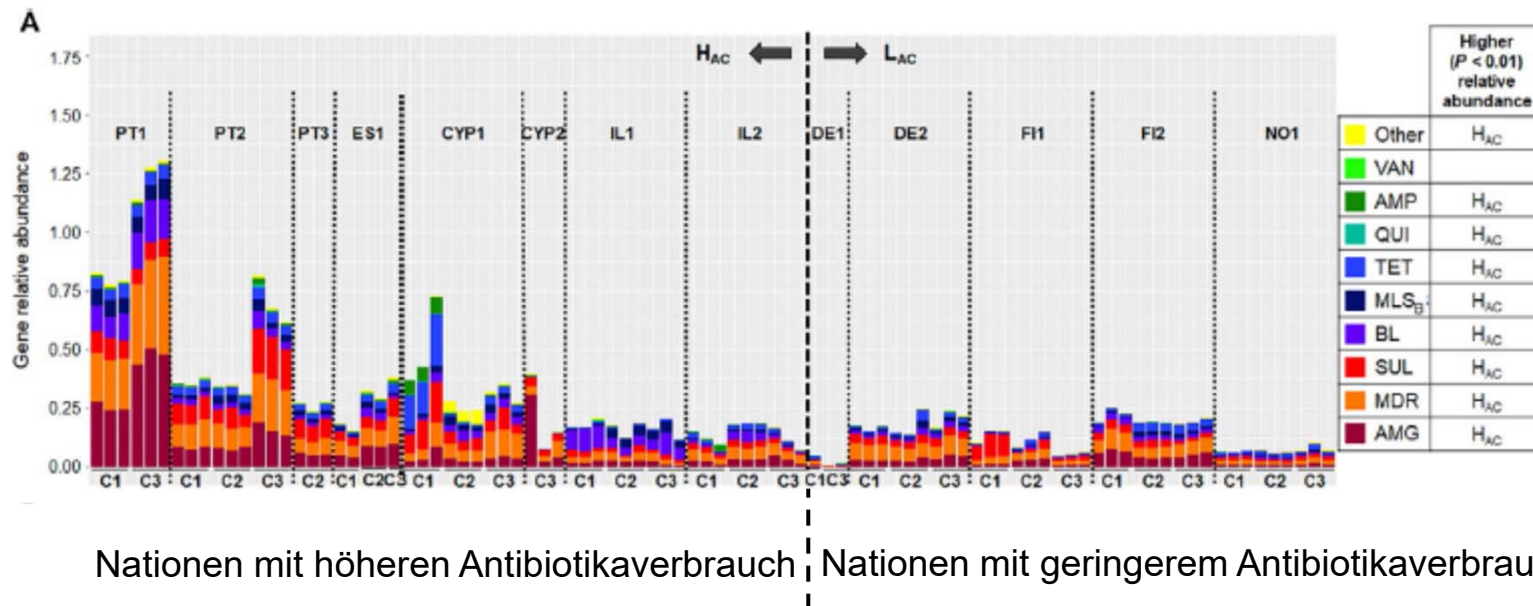
NaWaM



RiSKWa

# Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext

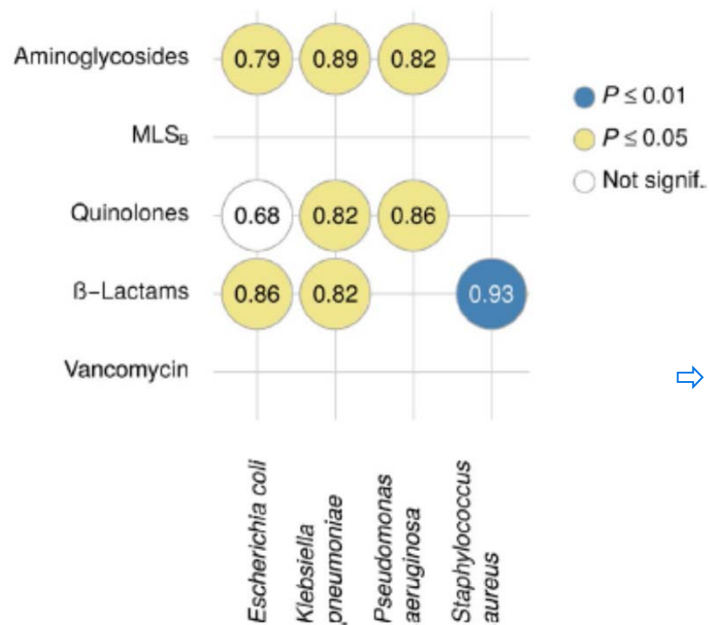
## Kliniken und Kläranlagen



⇒ Antibiotikaverbrauch und relative Anzahl der Resistenzgenkopien im Ablauf der Kläranlagen korrelieren

# Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext

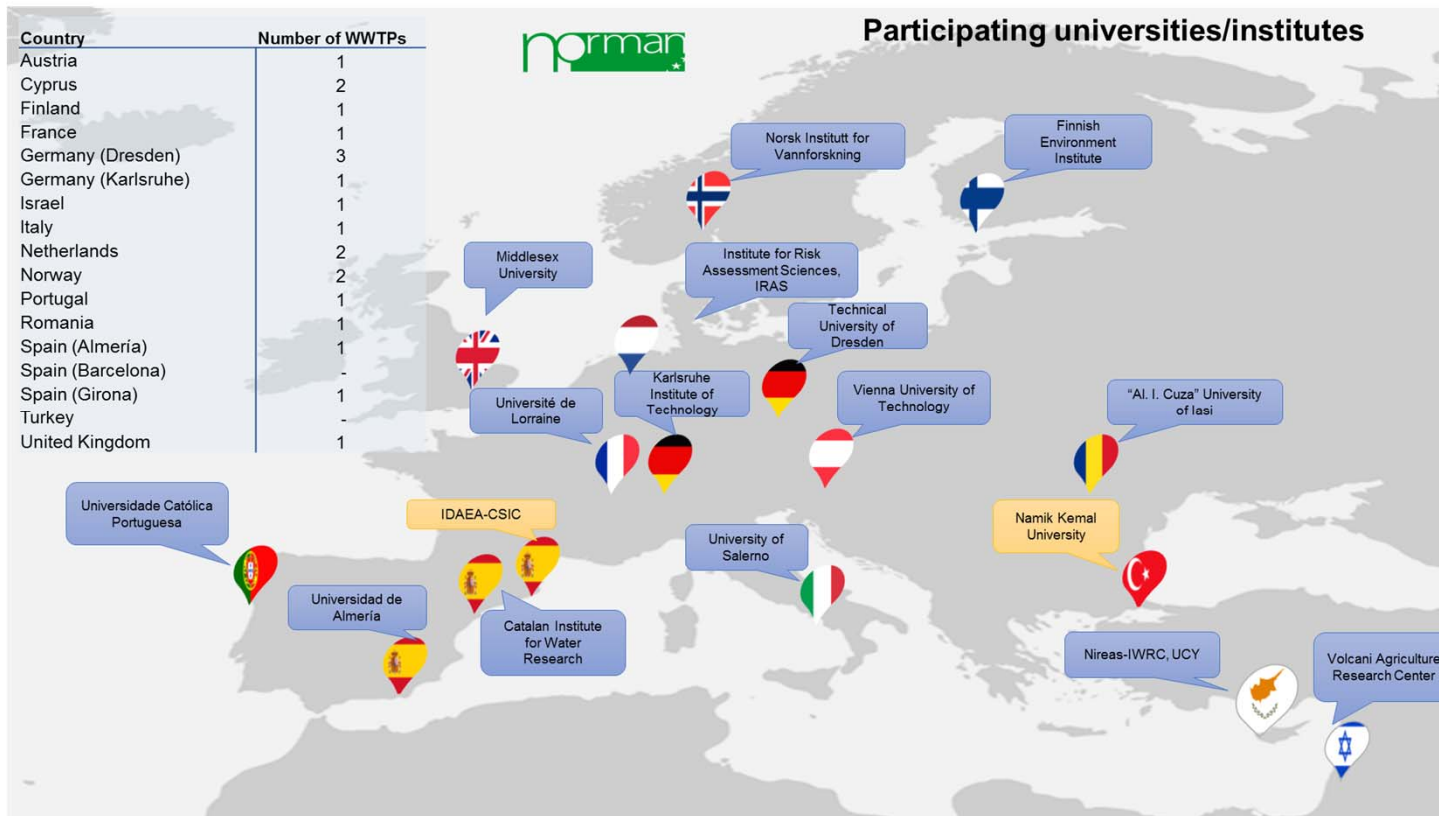
## Kliniken und Kläranlagen



⇒ Die Häufigkeit resistenter Bakterien in Kliniken (EARS-Net) korreliert mit der relativen Anzahl entsprechender Resistenzgenkopien in Kläranlagenabläufen

# Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext

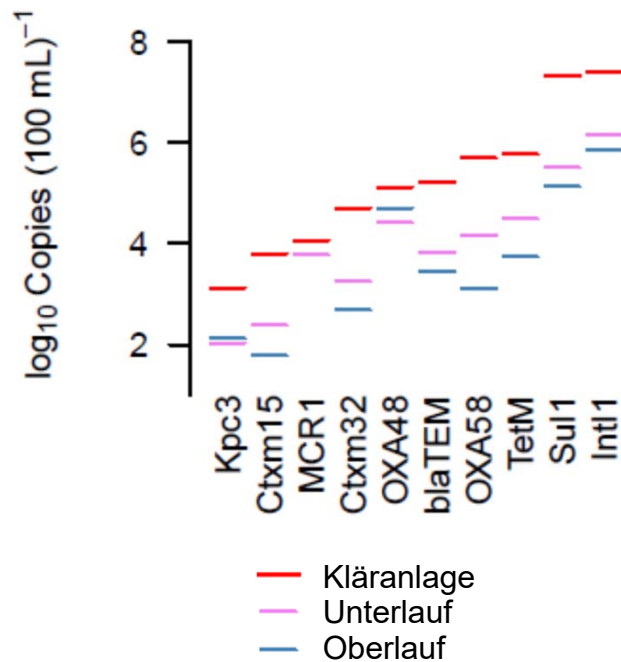
## Kläranlagen und Gewässer



GEFÖRDERT VOM

# Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext

## Kläranlagen und Gewässer

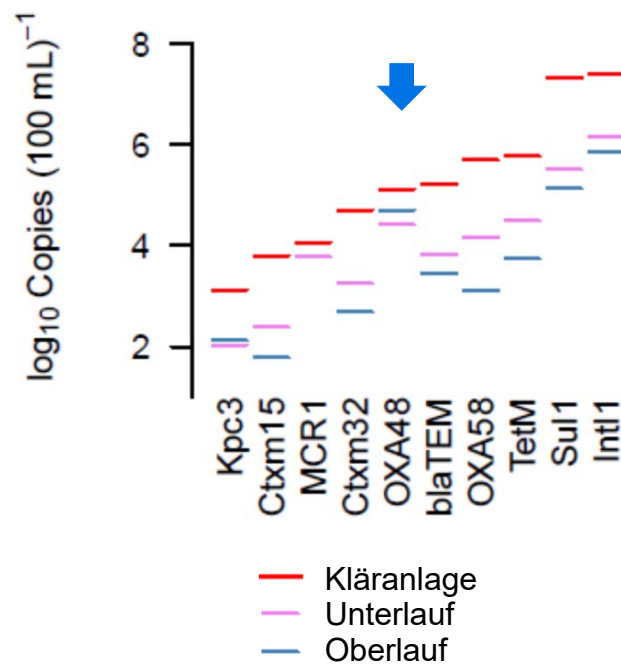


- Ein Beispiel aus Deutschland
  - ⇒ Genereller Trend der Konzentrationen unterschiedlicher Resistenzgenkopien gilt aber für alle Nationen



# Antibiotikaresistenz und der europäische Kontext

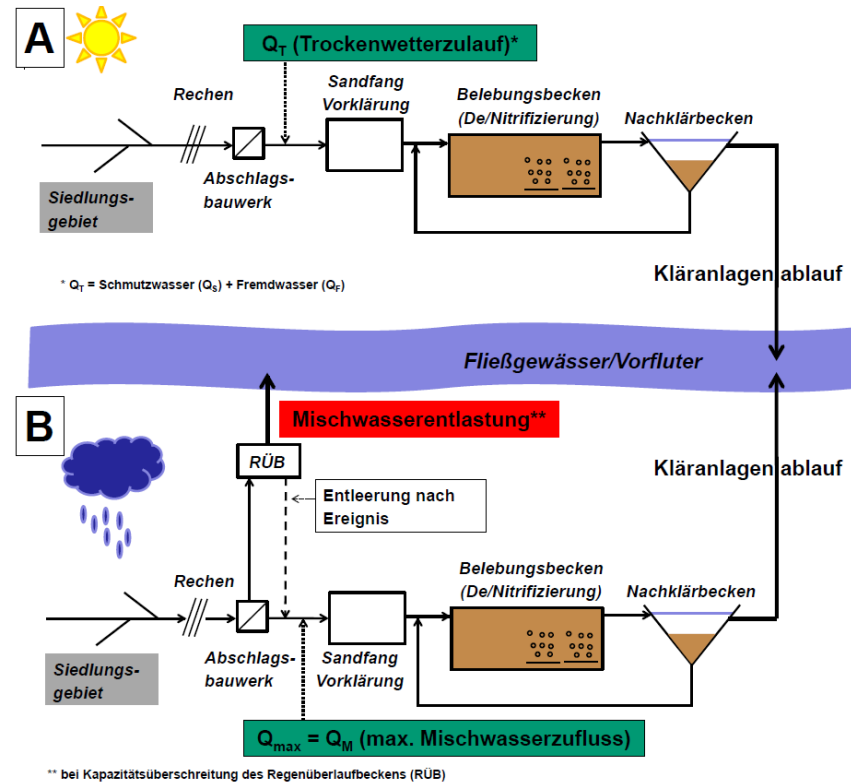
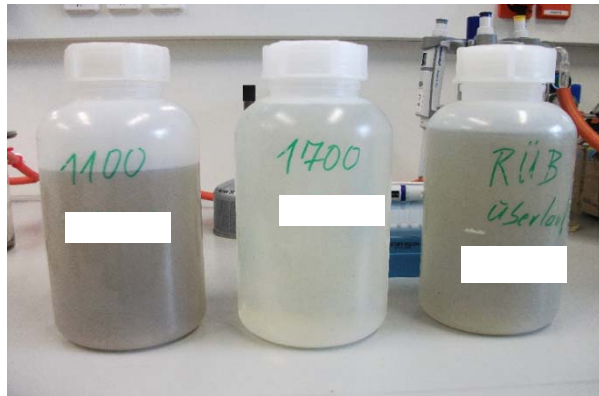
## Kläranlagen und Gewässer



- Ein Beispiel aus Deutschland
  - ⇒ Genereller Trend der Konzentrationen unterschiedlicher Resistenzgenkopien gilt aber für alle Nationen
  - ⇒ Vereinzelte Unklarheiten in vielen Nationen z.B. OXA 48
  - ⇒ Regenüberlauf ?

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

## Regenüberlaufbecken



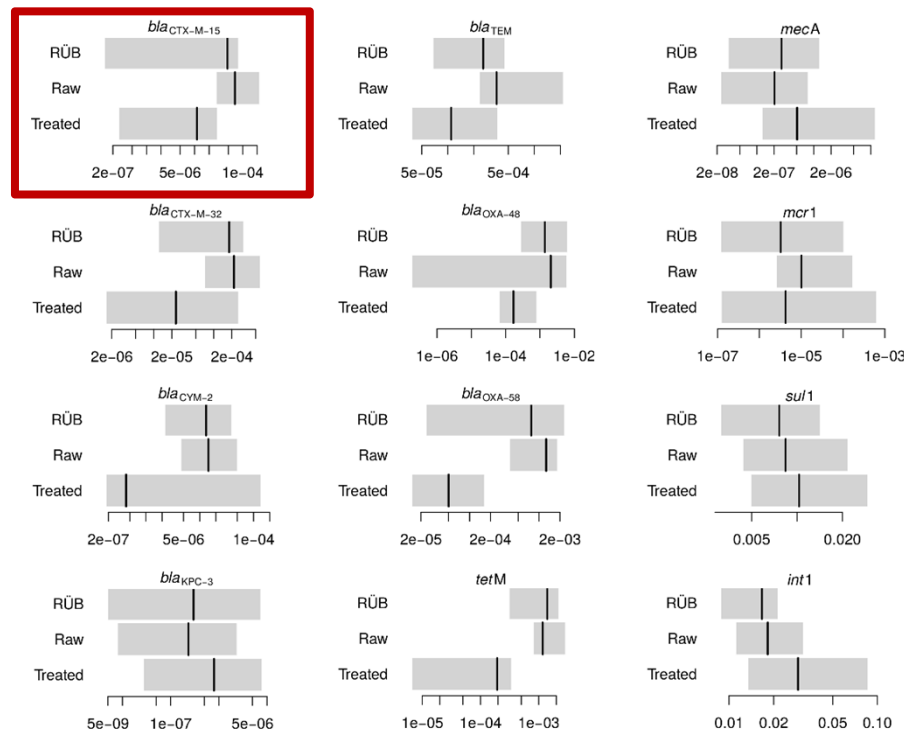
GEFÖRDELT VOM

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

## Regenüberlaufbecken (sieben Ereignisse in zwei Jahren)



Entlastung/RÜB  
Zulauf  
Ablauf



- Relative Anzahl der Resistenzgenkopien in den RÜBs ist ähnlicher zum Zulauf der Kläranlage als zum Ablauf

GEFÖRDERT VOM



NaWaM

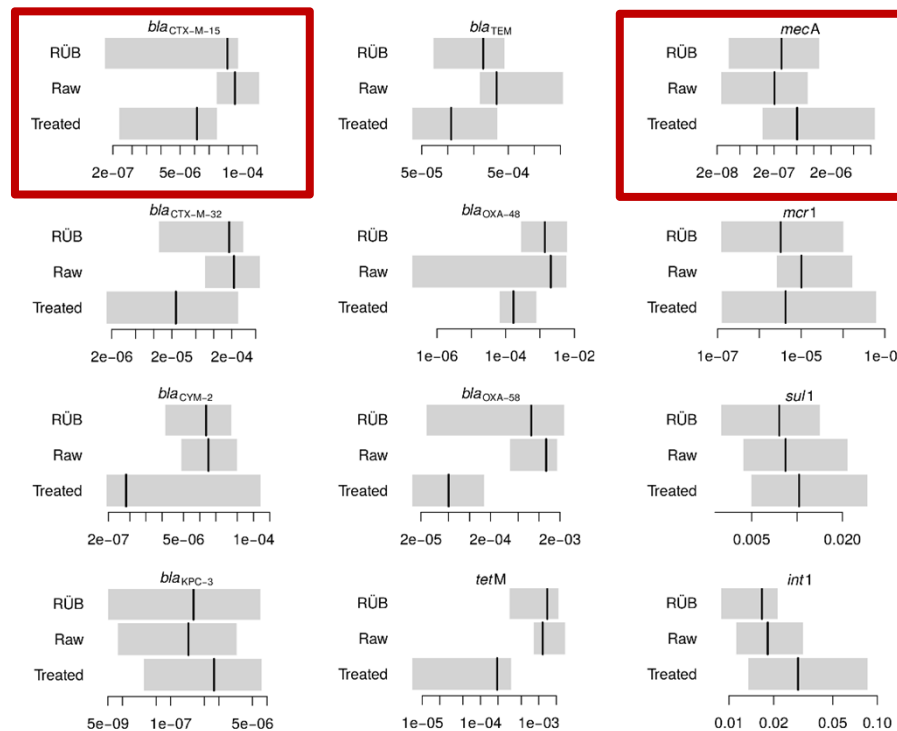
RiSKWa

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

## Regenüberlaufbecken (sieben Ereignisse in zwei Jahren)



Entlastung/RÜB  
Zulauf  
Ablauf



- Relative Anzahl der Resistenzgenkopien in den RÜBs ist ähnlicher zum Zulauf der Kläranlage als zum Ablauf
- Die relative Anzahl ist nicht immer höher im RÜB und Zulauf verglichen zum Ablauf

GEFÖRDERT VOM



NaWaM

RiSKWa

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

Flughäfen mit internationalen Flügen



Fäkalienhalle Flughafen

- ➔ Abwasser direkt aus den Flugzeugen (Flugzeugtoiletten)
- ➔ Abwasser des Terminals
- ➔ Zulauf und Ablauf der entsprechenden Kläranlage

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

NaWaM



RiSKWa

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

## Flughäfen mit internationalen Flügen



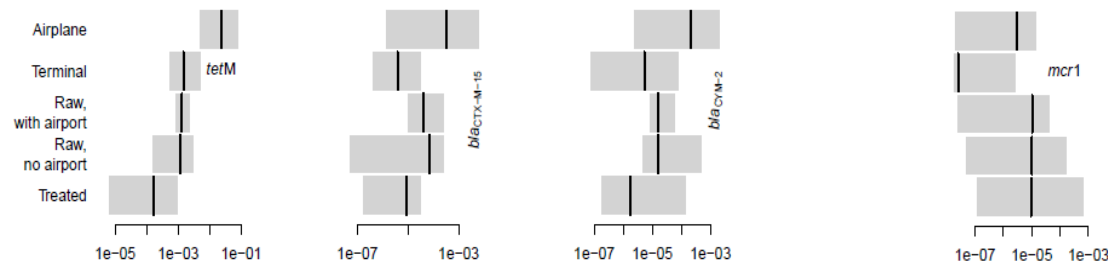
Flugzeug

Terminal

Zulauf + Flughafen

Zulauf – Flughafen

Ablauf



- Die relative Anzahl der Resistenzgenkopien ist am höchsten im Flugzeug (Flugzeugtoiletten)
- Die Resistenzgenkopien sind im Terminal vergleichbar zu den Kläranlagen
- Im Zulauf der Kläranlagen lässt sich kein Einfluss des Terminals bzw. des Flugzeugs detektieren
- Derzeit unklar ob dies an einem „Abbau/Verlust“ der Resistenzgene liegt, oder an der Limitation der Detektionsmethode

GEFÖRDERT VOM



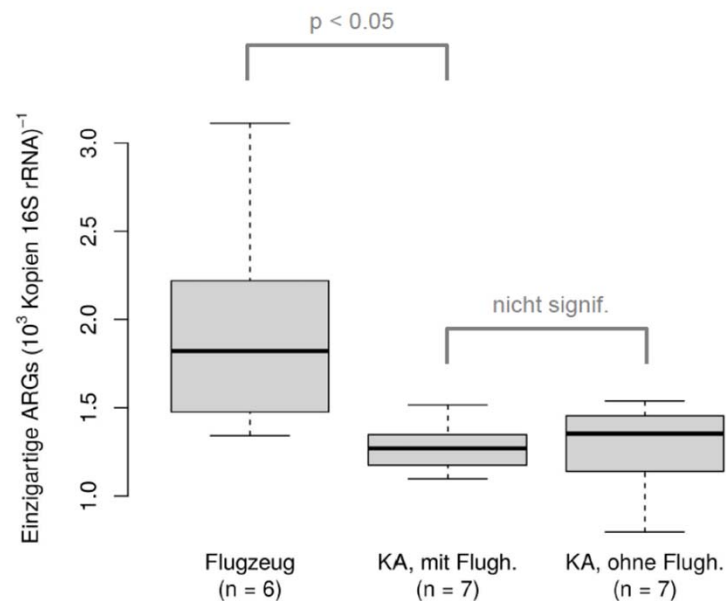
NaWaM

RiSKWa

Hess et al. 2019 Environmental Science and Technology Water second review

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

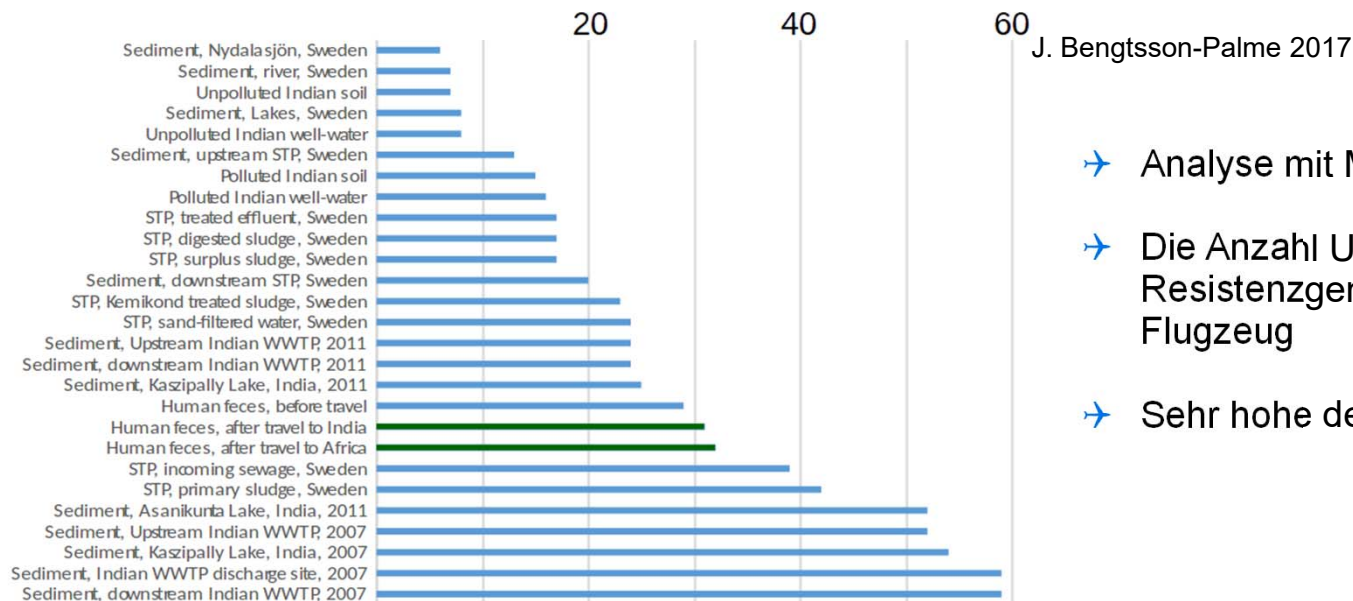
## Flughäfen mit internationalen Flügen



- Analyse mit Metagenomik
- Die Anzahl **UNTERSCHIEDLICHER** Resistenzgene ist am höchsten im Flugzeug
- Sehr hohe detektierte Diversität

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

## Flughäfen mit internationalen Flügen



→ Analyse mit Metagenomik

→ Die Anzahl **UNTERSCHIEDLICHER** Resistenzgene ist am höchsten im Flugzeug

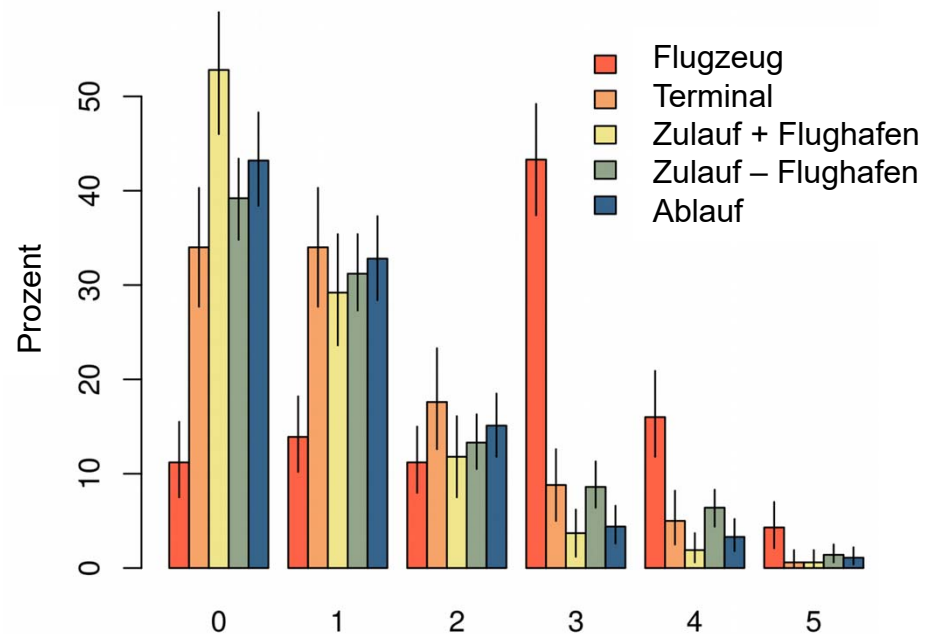
→ Sehr hohe detektierte Diversität





# Antibiotikaresistenz in Deutschland

## Flughäfen mit internationalen Flügen



✈ *Escherichia coli* Isolate

✈ Der Anteil multiresistenter *Escherichia coli* am höchsten im Flugzeugabwasser

# Antibiotikaresistenz in Deutschland

noch eine Folie zu E. coli Isolaten



- Über 2000 Escherichia coli isoliert und charakterisiert
- Aus allen hier dargestellten Umweltkompartimenten
- Von 400 Isolaten das Genom sequenziert
- In den Flugzeugtoiletten ein hoher Anteil pathogener Isolate ST182s (O169:H41)
- Aber auch z.B. im Gewässer (ST 131, O23:H4)
- Insgesamt scheinen diese Daten gut mit den präsentierten Resultaten zu den Resistenzgenen zu korrelieren

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

NaWaM



RiSKWa

# Antibiotikaresistenz im Wasser

## Zusammenfassung



- Anzahl der Genkopien pro Resistenzgen in den Kläranlagen korrelieren mit Antibiotikaverbrauch und der Häufigkeit resistenter klinischer Isolate (Europa).
- Die europäischen Ergebnisse unterstützen die Hypothese das Resistenzgene in den Gewässern angereichert werden.
- Die Resultate bestätigen die Hypothese das Flugzeugtoiletten Resistenzen globalisierter Herkunft beherbergen.
- Offene Fragen: Viele – ein paar Beispiele
- Wenn Resistenzgene unter dem Detektionslimit liegen, was bedeutet das für das Gewässer (bei c.  $10^{12}$  Genkopien/Tag) ?
- Wie persistent sind Resistenzen im Gewässer, welche ökologischen Mechanismen stabilisieren oder reduzieren Resistenzgene oder multiresistente Keime in der Umwelt ?
- Dringender Bedarf für viel mehr Resistenzdaten in der Umwelt (vergleichbar zu existierenden Daten im klinischen Bereich)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

NaWaM



RiSKWa

# DANKE

Stefanie Heß, Damiano Cacace, David Kneiss



Meine Gruppe:



Ex- COST Action DARE members

NORMAN

Network of reference laboratories,  
research centres and related organisations  
for monitoring of emerging environmental substances

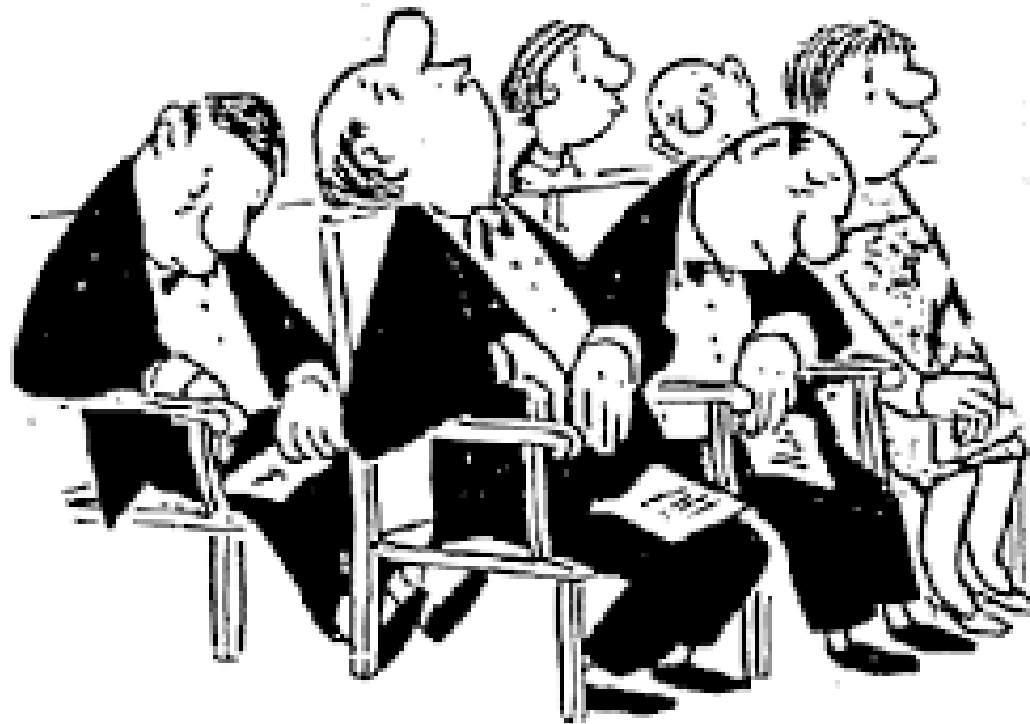
JPI-water StARE Stopping antibiotic resistance evolution

HYREKA - group



BMBF (Herr Alecke) und natürlich der Projektträger Frau Durst und Frau Hoecke

# IHNEN DANKE FÜRS ZUHÖREN



Leifert