

Christiane Schreiber

Antibiotikaresistenzen in Abwasser und Gewässern

Einträge, Vorkommen, Verbreitung und gesundheitliche Bedeutung antibiotikaresistenter Bakterien in der aquatischen Umwelt

Geographische Gesundheitsforschung
Geographical Health Research
Volume 4



GEOGRAPHISCHE GESUNDHEITSFORSCHUNG
GEOGRAPHIC HEALTH RESEARCH

herausgegeben von

Thomas Kistemann und Jürgen Schweikart

Schriftenreihe des Vereins zur Förderung der
Geographischen Gesundheitsforschung e.V.

Volume 4

Christiane Schreiber

Antibiotikaresistenzen in Abwasser und Gewässern

Einträge, Vorkommen, Verbreitung und gesundheitliche Bedeutung
antibiotikaresistenter Bakterien in der aquatischen Umwelt

Umschlagabbildung:

Bonn 2006, Einleitstelle einer Kläranlage. © Dr. C. Schreiber

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag [2019]

Diese Publikation stellt eine in Teilen aktualisierte, korrigierte und überarbeitete Fassung der unter dem Titel „Einträge, Vorkommen, Verbreitung und gesundheitliche Bedeutung antibiotikaresistenter Bakterien in Abwasser und Gewässern - Ein sozial-ökologischer Beitrag zur Geographischen Gesundheitsforschung“ als Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 2011 online publizierten Arbeit dar: [<http://hss.ulb.uni-bonn.de/2011/2713/2713.htm>]

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier.
Printed in Germany.

ISBN [978-3-8440-6875-7]

ISSN [2191-7213]

Schriftenreihe des Vereins zur Förderung der
Geographischen Gesundheitsforschung e. V.
www.ggf-ev.de

Schriftleitung

Dr. Silvia Schäffer-Gemein, Juliane Kemen und Dr. Nicole Ueberschär

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort der Herausgeber

Die Medizinische Geographie/Gesundheitsgeographie hat ihren Platz an der interdisziplinären Schnittstelle von Medizin, Public Health und Geographie. Zudem vermittelt und verbindet sie auch intradisziplinär durch ihre Querschnittsthemen zwischen Human-, Physischer und Regionaler Geographie. Die Schriftenreihe Geographische Gesundheitsforschung (GGF) bietet einem Themenfeld, das auch im deutschsprachigen Raum in Forschung, Lehre und Praxis zunehmende Beachtung erfährt, einen eigenständigen Publikationsort. Qualitätsvolle Arbeiten aus den allen Bereichen der Medizinischen Geographie/Gesundheitsgeographie finden in der Reihe zusammen. Neben krankheitsökologischen Studien werden in der GGF Arbeiten zu raumbezogenen Aspekten von Gesundheitsversorgung, von Gesundheit und Entwicklung, sowie zu räumlichen Manifestationen der sozialen und kulturellen Dimension von Gesundheit und Krankheit, von Salutogenese und Pathogenese, in deutscher oder englischer Sprache publiziert. Die Themen der Schriftenreihe sind durch ein markantes Merkmal verbunden: durch die geographische Dimension im weitesten Sinn, sei es als euklidischer Raum oder als bedeutungsgeladener Place.

Thomas Kistemann, Bonn

Jürgen Schweikart, Berlin

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XV
Abkürzungsverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Problemstellung	1
1.2 Ziele der Arbeit und Forschungsfragen	2
1.3 Antibiotika	4
1.3.1 Kategorisierungen und Wirkmechanismen	5
1.3.2 Anwendungsgebiete und Verbrauchsdaten	7
1.3.3 Eintragspfade in die Umwelt.....	13
1.4 Resistenzen	17
1.4.1 Grundsätzliche Resistenzmechanismen	19
1.4.2 Horizontaler Gentransfer	20
1.4.3 Entstehung und Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen.....	25
1.5 Multiresistente Bakterien	29
1.5.1 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	30
1.5.2 <i>Campylobacter</i> spp.....	33
1.5.3 Multiresistenz bei Umweltbakterien am Beispiel der Rhodospirillaceae	38
1.6 Geographische Gesundheitsforschung und sozial- ökologische Forschung.....	42
2 Material und Methoden	49
2.1 Untersuchungsgebiet.....	49
2.1.1 Geographische Lage und naturräumliche Gliederung	49
2.1.2 Geologie, Geomorphologie und Böden	50
2.1.3 Klima und Hydrologie	52
2.1.4 Vegetation und Landnutzung	56
2.1.5 Siedlungswasserwirtschaft	58
2.1.6 Anthropogene Gewässernutzungen.....	61
2.2 Standorte der Probenahmestellen.....	62
2.2.1 Abwasser	63
2.2.2 Gewässer.....	65
2.2.3 Oberläufe	66

2.3	Probenahme	68
2.3.1	Abfüllung für die bakteriologische Untersuchung.....	68
2.3.2	Bestimmung der Vor-Ort-Parameter	68
2.3.3	Dokumentation.....	69
2.4	Bestimmung der Bakterienkonzentrationen	69
2.4.1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	70
2.4.2	<i>Campylobacter</i> spp.....	71
2.4.3	Rhodospirillaceae	72
2.5	Weitergehende Charakterisierung von <i>Campylobacter</i> spp.	73
2.6	Weitergehende Charakterisierung der Rhodospirillaceae	74
2.6.1	Morphologische Charakterisierung.....	74
2.6.2	Metabolischer Fingerprint.....	75
2.6.3	<i>In-vivo</i> -Absorptionsspektren.....	76
2.7	Antibiotikaresistenztestung.....	77
2.7.1	Auswahl der Antibiotika	77
2.7.2	Agardiffusionstest	77
2.7.3	Bestimmung der Minimale Hemmkonzentration (MHK).....	79
2.8	Horizontaler Gentransfer – Experimente zur Konjugation	80
2.8.1	Filtermating	80
2.8.2	Varianten	82
2.8.3	Kontrollsystem	82
2.9	Herkunft, Anzucht und Lagerung der Stammkulturen.....	82
2.10	Sozialempirische Methoden – Haushaltsbefragung.....	83
2.10.1	Fragebogenentwicklung	84
2.10.2	Stichprobe und standardisierte Befragung.....	86
2.11	Datenauswertung	86
2.11.1	Auswertung der Wasserproben und Laborversuche.....	87
2.11.2	Auswertung der Fragebögen.....	88
2.12	Risikoabschätzung	88
3	Ergebnisse	89
3.1	Vorkommen Antibiotika-resistenter Bakterien in Abwasser und Gewässern.....	89
3.1.1	Bakterienkonzentrationen.....	89
3.1.2	Häufigkeiten der Antibiotika-Resistenzen	93
3.1.3	Mehrfachresistenzen	96

3.1.4	Identifikation der Rhodospirillaceae-Isolate mit Mehrfachresistenz	98
3.1.5	Resistenzmuster	104
3.2	Einfluss des Abwassers auf die Bakterienkonzentrationen und Resistenzlage	107
3.2.1	Reinigungsleistung der Kläranlage.....	107
3.2.2	Veränderung der Resistenzlage im Gewässerverlauf.....	109
3.2.3	Einfluss auf Multiresistenzgrad und Resistenzmuster	112
3.2.4	Vor-Ort-Parameter	112
3.2.5	Korrelationen und Zusammenhangsmaße	112
3.2.6	Saisonaler Trend	126
3.3	Übertragbarkeit der Resistenzgene durch horizontalen Gentransfer.....	129
3.3.1	Auswahl und Charakterisierung der Donor-Stämme	129
3.3.2	Auswahl und Charakterisierung der Rezipienten-Stämme	131
3.3.3	Auswahl der getesteten Antibiotikaresistenzen	137
3.3.4	Filtermating	139
3.3.5	Varianten	143
3.4	Risikowahrnehmung und –verhalten in der Bevölkerung	144
3.4.1	Response und Charakterisierung der Stichprobe	144
3.4.2	Ergebnisse der Gesamtstichprobe	147
3.4.3	Ergebnisse der Problemgruppenanalysen	157
4	Diskussion.....	165
4.1	Vorkommen Antibiotika-resistenter Bakterien in Abwasser und Gewässern.....	165
4.1.1	Vorkommen humanpathogener Bakterien und Resistenz-Status.....	165
4.1.2	Vorkommen und Resistenz-Status der Umweltbakterien	171
4.1.3	Multiresistenz und Resistenzmuster	175
4.2	Einfluss des Abwassers auf die Bakterienkonzentrationen und Resistenzlage	177
4.2.1	Reduktionsleistung der Kläranlage.....	177
4.2.2	Einfluss des Siedlungsabwassers auf die Resistenzlage	178
4.2.3	Einfluss des Siedlungsabwassers auf Multiresistenzen.....	185
4.3	Übertragbarkeit der Resistenzgene durch horizontalen Gentransfer.....	189

4.4	Risikowahrnehmung und -verhalten in der Bevölkerung	196
4.5	Risikoabschätzung	211
4.5.1	Resistenzverbreitung	214
4.5.2	Gesundheitsgefährdung	217
4.5.3	Gesundheitsresistenzsituation in der Bevölkerung	231
4.6	Übertragbarkeit der Ergebnisse	233
4.7	Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf	234
5	Fazit und Ausblick	249
6	Literatur	255
7	Anhang	299
7.1	Glossar	299
7.2	Rezepte selbst hergestellter Nährmedien	307