



Niedersächsisches Ministerium  
für Soziales, Gesundheit  
und Gleichstellung



Niedersächsisches  
Landesgesundheitsamt



# Antibiotikaresistente Bakterien in niedersächsischen Badegewässer-Typen

Orientierendes Messprogramm 2018



Niedersachsen

Herausgeber:  
Niedersächsisches Landesgesundheitsamt  
Roesebeckstr. 4 - 6, 30449 Hannover

März 2019

Bildrechte Titelseite: © elenaklippert – stock.adobe.com

## Zusammenfassung

Im Auftrag des niedersächsischen Ministeriums für Soziales, Gesundheit und Gleichstellung hat das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA) in der Badesaison 2018 ein orientierendes Messprogramm durchgeführt, um einen Einblick in das Vorkommen und die Verbreitung klinisch relevanter antibiotikaresistenter Bakterien (ARB) in niedersächsischen Badegewässern zu gewinnen. Dazu wurden in einer orientierenden Längsschnittuntersuchung vier repräsentative Badegewässer-Typen in der Badesaison 2018 wiederholt untersucht. Dabei wurden in den untersuchten Proben zu keinem Zeitpunkt fakultativ pathogene Bakterien mit klinisch relevanten Antibiotikaresistenzen (3MRGN, 4MRGN und VRE) kulturell nachgewiesen.

Diese Ergebnisse spiegeln die überwiegend ausgezeichnete bis gute Qualität der niedersächsischen Badegewässer wider und geben derzeit keinen Anlass für die Etablierung eines verpflichtenden Monitorings von ARB in allen Badegewässern.

## Einleitung

Im Rahmen der Berichterstattung der Medien wurden wiederholt Badegewässer im Zusammenhang mit dem Vorkommen von klinisch relevanten antibiotikaresistenten Bakterien (ARB) angesprochen. Um eine hinreichende hygienische Qualität von Badegewässern (in Abgrenzung von anderen Gewässern) sicher zu stellen, erfolgt eine umfangreiche Überwachung. Als Basis werden Badegewässer mit Ihren potentiellen Verschmutzungsquellen von den zuständigen kommunalen Behörden ausführlich beschrieben. Außerdem erfolgen während der Badesaison regelmäßig mikrobiologische Untersuchungen auf Verunreinigungsindikatoren. Alle Informationen dieser gemäß der EU-Richtlinie 2006/7/EG ausgewiesenen und gekennzeichneten Badegewässer werden der Öffentlichkeit im Badegewässer-Atlas des Landes Niedersachsen unter <https://www.badegewaesser.niedersachsen.de> dargestellt.

Voraussetzung für die Aufnahme in die Liste der EU-Badegewässer ist zunächst eine umfassende Bewertung der hygienischen Sicherheit eines Badegewässers. Diese beruht auf einer umfangreichen Beschreibung des Gewässers im sog. *Badegewässerprofil* und wird alljährlich durch regelmäßige Messungen auf Indikatorparameter während der Badesaison ergänzt. Bei der Erstellung des Badegewässerprofils werden insbesondere die potentiellen Eintragswege für hygienisch relevante Belastungen (z. B. Kläranlageneinleitungen) betrachtet, während bei den Wasseranalysen die Bakterien *Escherichia coli* (*E. coli*) und intestinale Entero-

kokken als Anzeigeorganismen (Indikatoren) für mögliche fäkale Verunreinigungen untersucht werden. Diese Organismen sind in der Regel selbst keine Krankheitserreger, kommen jedoch naturgemäß massenhaft im Darm von Warmblütern vor. Sie lassen sich verhältnismäßig schnell und kostengünstig nachweisen. Der Nachweis dieser Bakterien ist ein Hinweis auf eine fäkale Verunreinigung, also auf die Möglichkeit, dass über den Darm ausgeschiedene Krankheitserreger vorhanden sein könnten.

Durch den Nachweis von ARB in einzelnen Oberflächengewässern, ist dieses europaweit eingeführte Überwachungssystem und die dadurch erreichte hygienische Sicherheit der Badenden in EU-Badegewässern daher nicht direkt in Frage gestellt. Die meisten der durch die Medien z.B. in Niedersachsen und Hessen betrachteten Gewässer waren stark abwasserbeeinflusst und somit eben gerade keine ausgewiesenen und überwachten Badegewässer.

Antibiotikaresistenz ist ein uraltes, natürliches Phänomen, das schon lange vor der Entdeckung und therapeutischen Anwendung von Antibiotika existierte [1]. Daher sind ARB natürlicherweise ubiquitär in der Umwelt, insbesondere im Boden und in Sedimenten, verbreitet. Allerdings können Bakterien Antibiotikaresistenzen auch durch Mutationen oder von bereits resistenten Bakterien erwerben, z.B. durch horizontalen Gentransfer. Diese erworbenen Resistenzen führen zu therapeutischen Einschränkungen und sind daher in Krankenhäusern mit immungeschwächten Menschen von großer Bedeutung. ARB im Allgemeinen sind jedoch nicht infektiöser als Bakterien ohne Antibiotikaresistenzen [5]. Im Falle von Infektionen von immungeschwächten Menschen mit ARB, sind diese aber schwieriger zu therapieren.

Hotspots für die Entstehung von ARB sind z.B. Kliniken und landwirtschaftliche Tierhaltungen, da resistente Erreger dort durch den Einsatz von Antibiotika einen Überlebensvorteil haben. Von diesen Hotspots können sie mit dem Abwasser oder durch die Ausbringung von Klärschlämmen, Gülle oder Gärresten in die Umwelt gelangen [2].

Aufgrund der überwiegend ausgezeichneten oder guten hygienischen Qualität der niedersächsischen Badegewässer wird zum Schutz der Badenden (auch in Übereinstimmung mit dem Bund-Länder-Arbeitskreis Badegewässer 2018) kein akuter Bedarf für eine verpflichtende Untersuchung auf ARB aller Badegewässer gesehen, da dort eine fäkale Belastung – unabhängig der Resistenzlage – i.d.R. nicht nachweisbar bzw. gering ist.

Um jedoch einen besseren Einblick in das Vorkommen und die Verbreitung antibiotikaresistenter Bakterien zu gewinnen, ist es bei der Betrachtung der Gesamtproblematik sinnvoll, auch die Umweltkomponente Badegewässer einzubeziehen. Hierfür stimmte sich das Niedersächsische Ministerium für Soziales, Gesundheit und Gleichstellung mit Bund und Ländern ab und beauftragte das Niedersächsische Landesgesundheitsamt, eigene Untersuchungen durchzuführen.

Das Messprogramm im Jahr 2018 hatte orientierenden Charakter und diente der Abschätzung, ob ein ausgedehnteres Messprogramm in ähnlicher Form sinnvoll sein könnte. Der

Fokus dieser Studie lag auf dem Nachweis von fakultativ pathogenen Bakterien mit klinisch relevanten Antibiotikaresistenzen (3- und 4MRGN [3] und VRE; siehe Methoden), da diese Bakterien bei immungeschwächten Menschen im Krankenhaus eine große Gesundheitsgefährdung darstellen (im Text sind diese als klinisch relevante ARB bezeichnet). Bei gesunden Menschen ist ein Infektionsrisiko durch fakultativ pathogene Bakterien in der Regel nicht anzunehmen [6].

Folgende Fragestellungen sollten in diesem orientierenden Messprogramm untersucht werden:

- 1) Gibt es Hinweise auf eine Korrelation zwischen dem Nachweis klinisch relevanter ARB und den bisherigen Indikatorparametern?
- 2) Gibt es Hinweise auf charakteristische Unterschiede bezüglich des Vorkommens klinisch relevanter ARB zwischen den verschiedenen repräsentativen Badegewässer-„Typen“?

# Methoden

## Probenahmestellen

Es wurden vier Badegewässer ausgewählt, die repräsentativ für die unterschiedlichen Badegewässer-„Typen“ in Niedersachsen sind:

### Badegewässer-Typen:

- a) Baggersee/Kiessee, weitgehend frei von Abwassereinträgen
- b) Küstengewässer (Nordsee, weitgehend frei von Abwassereinträgen)
- c) Fließgewässer mit Beeinflussung durch Kläranlagen (Vorfluter), Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen (diffuse Einträge) und Grundbelastung
- d) Großer, von einem Fluss durchströmter Flachsee; Einzugsgebiet durch den Fließgewässereintrag groß und Belastungen durch landwirtschaftliche Flächen, Kläranlagen und Kleinkläranlagen schwankend.

## Probennahme

Es wurden in der Badesaison 2018 (Mai-September) je Badestelle 5 Proben, i. d. R. im Abstand von etwa 4 Wochen, im Zuge der regulären EU-Badegewässerüberwachung durch die zuständigen Gesundheitsämter genommen.

Die Entnahme der EU-Badegewässerproben erfolgte generell an der Stelle, an der entweder die meisten Badenden erwartet wurden oder an der nach dem Badegewässerprofil mit der größten Verschmutzungsgefahr zu rechnen ist.

Die Proben wurden gemäß Niedersächsischer BadegewässerVO [4] als Schöpfproben 20 cm bis 30 cm unter dem Wasserspiegel an einer Stelle entnommen, an der die Wassertiefe 1 m bis 1,5 m beträgt. Die sterile Flasche wurde umgekehrt nach unten ins Wasser bis zur Probennahmetiefe geführt und anschließend durch seitwärts und aufwärts Drehen gefüllt. Bei Gewässern mit Strömung wurde die Öffnung der Strömung zugewandt gehalten. Die Proben wurden kühl und dunkel transportiert und innerhalb von 24 Stunden nach Probennahme im Labor analysiert.

## Kulturverfahren

### Badegewässerüberwachung gemäß EU-Richtlinie 2006/7/EG:

Die Proben wurden im Zuge der EU-Überwachung auf die Fäkalindikatoren Escherichia coli (E. coli) gemäß DIN EN ISO 9308-3:1999-07 und intestinale Enterokokken gemäß DIN EN ISO 7899-2:2000-11 untersucht.

### Antibiotikaresistente Bakterien:

Zum Nachweis von klinisch relevanten ARB wurden die Proben auf selektiven chromogenen Nährmedien untersucht (s. Tabelle 1).

Medium	Gattungen/Spezies
<b>ESBL-CHROMagar</b> Extended Spectrum $\beta$ -Lactamase-bildende Bakterien	z.B. E.coli, Klebsiella, Enterobacter, Serratia/Citrobacter, Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter baumannii complex
<b>CRE-CHROMagar</b> Carbapenem- resistente Bakterien	z.B. E.coli, Klebsiella, Enterobacter, Serratia/Citrobacter, Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter baumannii complex
<b>VRE-CHROMagar</b> Vancomycin-resistente Enterokokken	Enterokokken

Tabelle 1: Verwendete Nährmedien mit den dazugehörigen Ziel-Gattungen/Spezies

### Vorgehen:

- Membranfiltration (10 ml und 100 ml) sowie Ausplattieren (0,5 ml) auf chromogenen Medien (s. Tabelle 1). Diese Medien enthalten verschiedene Antibiotika, so dass ein Wachstum von antibiotikaresistenten Bakterien begünstigt wird
- Bebrütung der Platten mit anschließender Auswertung und Selektion von relevanten Keimen
- Subkultivierung
- Identifizierung durch MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption-Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry)
- Auswahl von relevanten fakultativ pathogenen Bakterien-Isolaten zur Resistenzbestimmung. Umweltkeime wie Aeromonas spp. und Pseudomonas spp. (außer P. aeruginosa) wurden nicht weiter berücksichtigt.

- Resistenzbestimmung durch VITEK 2 Compact. Die Resistenztestung basiert auf einem durch Trübungsmessung nachgewiesenen Wachstum in Gegenwart der getesteten Antibiotika.

## **Molekularbiologische Verfahren**

### **mcr-1/-2 codierte Colistinresistenzen**

Zum Nachweis von möglichen Colistin-Resistenzen wurden alle relevanten Isolate mittels PCR auf das Vorhandensein des mcr-1/2 Gens geprüft. Zusätzlich wurde das Wachstum auf Colistin CHROMagar geprüft.

### **cgMLST**

Zum phylogenetischen Vergleich von den *Acinetobacter baumannii*-Isolaten aus den untersuchten Badegewässerproben mit Humanisolaten, wurde mittels Ganzgenomsequenzierung und anschließender cgMLST Analyse (core genome multi locus sequence typing) eine Typisierung durchgeführt. Der Vorteil liegt in der enorm hohen Auflösung dieser Methodik, da eine Vielzahl von Genloci für die Feintypisierung von Bakterien genutzt werden (*A.baumannii*: 2390 Genloci). Darüber hinaus ermöglicht die Ganzgenomsequenzierung einen Einblick in die molekulare Epidemiologie von Resistenzen.

## **Bewertungsgrundlagen/Fragestellung**

Da ARB ubiquitär in der Umwelt verbreitet sind und Antibiotikaresistenz auch als natürliche Eigenschaft einzustufen ist, lag der Fokus dieser Studie auf klinisch relevanten ARB. Im Zusammenhang mit der in der Diskussion stehenden Verbreitung von Resistenzen durch den Einfluss des Antibiotikaeinsatzes bei Mensch und Tier ist es im Rahmen einer solchen orientierenden Studie nicht sinnvoll und auch nicht möglich, auf alle ARB zu untersuchen. Darüber hinaus liegen bisher auch keine Bewertungsgrundlagen für die Einstufung von Resistenzen von Umweltbakterien vor. Die bestehenden Grenzwertnormen (z.B. nach EUCAST, European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing) basieren auf der klinischen Wirksamkeit von Antibiotika auf bestimmte Infektionserreger im menschlichen Organismus. Daher lag der Fokus dieser Studie auf dem Nachweis von fakultativ pathogenen Bakterien mit klinisch relevanten Resistenzen.



Es wurden folgende Gruppen/Klassifizierungen einbezogen:

- 3 MRGN (Multi-resistente gramnegative Bakterien mit Resistenz gegen 3 der Antibiotikagruppen, entspr. KRINKO 2012 [3]); s. Tabelle 2)
- 4 MRGN (Multi-resistente gramnegative Bakterien mit Resistenz gegen 4 der 4 Antibiotikagruppen, entspr. KRINKO 2012 [3]); s. Tabelle 2)
- VRE (Vancomycin resistente Enterokokken)

**Tab. 2** Klassifizierung multiresistenter gramnegativer Stäbchen auf Basis ihrer phänotypischen Resistenzeigenschaften (R=resistent oder intermediär empfindlich, S = sensibel)

Antibiotikagruppe	Leitsubstanz	Enterobakterien		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
		3MRGN <sup>1</sup>	4MRGN <sup>2</sup>	3MRGN <sup>1</sup>	4MRGN <sup>2</sup>	3MRGN <sup>1</sup>	4MRGN <sup>2</sup>
Acylureidopenicilline	Piperacillin	R	R	Nur eine der 4 Antibiotikagruppen wirksam (sensibel)	R	R	R
3./4. Generations-Cephalosporine	Cefotaxim und/oder Ceftazidim	R	R		R	R	R
Carbapeneme	Imipenem und/oder Meropenem	S	R		R	S	R
Fluorchinolone	Ciprofloxacin	R	R		R	R	R

<sup>1</sup> 3MRGN (Multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 3 der 4 Antibiotikagruppen)  
<sup>2</sup> 4MRGN (Multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 4 der 4 Antibiotikagruppen)

Tabelle 2: Von der KRINKO festgelegte MRGN-Klassifizierung (entnommen aus KRINKO 2012 [3])

# Ergebnisse

## Kulturverfahren

### Badegewässerüberwachung gemäß EU-Richtlinie 2006/7/EG

Die Ergebnisse der Badegewässerüberwachung aus dem Jahr 2018 zeigen insgesamt eine sehr geringe Belastung der untersuchten Badegewässerproben mit Fäkalkeimen (E. coli und intestinale Enterokokken). Bei den Badestellen c) und d) konnte verglichen mit den Badestellen a) und b) eine etwas höhere Konzentration der Indikatorbakterien festgestellt werden, was durch eine gewisse Abwasserbeeinflussung zu erklären ist (s. Tabelle 3). Insgesamt sind auch diese Messwerte aber nur als geringe Kontamination zu werten.

Generell ist, z.B. nach Starkregenereignissen, bei Badestellen mit Zuflüssen oder mit angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen mit punktuell höheren Messwerten der Fäkalindikatoren zu rechnen. Durch ausgebliebene Niederschläge und Starkregenereignisse im Sommer 2018 konnten diese Faktoren in der Studie nicht beurteilt werden. Die Ergebniswerte der Überwachungsuntersuchungen waren jedoch trotz des niederschlagsarmen, heißen Sommers vergleichbar mit denen der vergangenen Jahre und können damit als repräsentativ gelten.

Badegewässer	Probenahme	E. coli [MPN/100ml]	Intestinale Enterokokken [KBE/100 ml]
Baggersee (a)	05.06.2018	<10	<10
Baggersee (a)	19.06.2018	32	<10
Baggersee (a)	31.07.2018	158	<10
Baggersee (a)	14.08.2018	<10	<10
Baggersee (a)	11.09.2018	<10	<10
Küstengewässer (b)	04.06.2018	<10	<10
Küstengewässer (b)	18.06.2018	<10	<10
Küstengewässer (b)	16.07.2018	<10	<10
Küstengewässer (b)	13.08.2018	10	<10
Küstengewässer (b)	10.09.2018	11	<11
Fließgewässer (c)	15.05.2018	53	<10
Fließgewässer (c)	11.06.2018	43	40
Fließgewässer (c)	16.07.2018	158	130
Fließgewässer (c)	13.08.2018	53	70
Fließgewässer (c)	10.09.2018	122	60
Flachsee durchströmt (d)	16.05.2018	53	<10
Flachsee durchströmt (d)	12.06.2018	21	20
Flachsee durchströmt (d)	11.07.2018	43	30
Flachsee durchströmt (d)	21.08.2018	94	10
Flachsee durchströmt (d)	04.09.2018	<10	10

Tabelle 3: Ergebnisse der Badegewässerüberwachung gemäß EU-Richtlinie 2006/7/EG

### Antibiotikaresistente Bakterien

Aus den 20 untersuchten Proben wurden insgesamt 135 Bakterien-Isolate gewonnen. Der Großteil der isolierten Bakterien gehörte zu den nicht klinisch relevanten Umweltkeimen, hauptsächlich *Pseudomonas* spp.. Diese Isolate wurden daher in der weiteren Untersuchung nicht berücksichtigt.

Insgesamt wurden 22 Isolate fakultativ pathogener Bakterien gewonnen und weiter charakterisiert. Die meisten Isolate waren der Gruppe *Acinetobacter baumannii*-complex zuzuordnen. Zusätzlich konnten in vereinzelt Proben *E. coli*, *Enterobacter asburiae* und *Pseudomonas aeruginosa* in geringen Konzentrationen isoliert werden. Enterokokken konnten nicht isoliert werden.

Die Resistenzbestimmungen der relevanten Isolate mittels VITEK 2 Compact hat ergeben, dass keines der Isolate nach der KRINKO-Empfehlung [3] als 3- oder 4MRGN zu klassifizieren war (s. Tabelle 4). Es wurden dabei Resistenzen gegen maximal zwei der gemäß

KRINKO zugrunde gelegten Wirkstoffgruppen detektiert. Diese Resistenzen waren in den meisten Fällen natürlicher Art, d.h. genetisch fixiert und für die jeweilige Bakterienart auch erwartet worden. Keines der Isolate wies eine *mcr-1/-2* codierte Colistinresistenz auf und es war kein Wachstum der Isolate auf dem mitgeführten Selektivmedium (Colistin CHROMagar) zu verzeichnen. Die weitergehende Genomsequenzierung (cgMLSt Analyse) der *Acinetobacter baumannii*-Isolate zeigte, dass sich alle Isolate aus den Wasserproben genetisch deutlich von den bisher am NLGA untersuchten klinischen Humanisolaten unterscheiden. Es wurden, bis auf die in allen *A. baumannii* natürlich vorkommenden chromosomal kodierten Carbapenemasen vom Oxa-51 Typ, keine weiteren Resistenzgene nachgewiesen. Da keine klinisch relevanten ARB aus den untersuchten Badegewässern isoliert werden konnten, war auch eine Korrelation mit den Indikatorparametern bzw. ein Vergleich von den verschiedenen Badegewässern methodisch nicht möglich.

Isolat Lfd. Nr.	MALDI-TOF	Klassifizierung /Resistenzen
1	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
2	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
3	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
4	<i>E. coli</i>	kein 3 oder 4MRGN
5	<i>Enterobacter asburiae</i>	kein 3 oder 4MRGN
6	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
7	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
8	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
9	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
10	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
11	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	kein 3 oder 4MRGN
12	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
13	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
14	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
15	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
16	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
17	<i>E. coli</i>	kein 3 oder 4MRGN
18	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
19	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN
20	<i>E. coli</i>	kein 3 oder 4MRGN
21	<i>E. coli</i>	kein 3 oder 4MRGN
22	<i>Acinetobacter baumannii</i> -complex	kein 3 oder 4MRGN

Tabelle 4: Ergebnisse der MRGN-Klassifizierung der gewonnenen Isolate gemäß KRINKO [3]

## Fazit

Das Ziel dieser Studie war, einen besseren Überblick bezüglich des Vorkommens und der Verbreitung klinisch relevanter ARB in niedersächsischen Badegewässern zu gewinnen. Die Studie hatte orientierenden Charakter und sollte der Abschätzung dienen, ob ein ausgedehnteres Messprogramm in ähnlicher Form sinnvoll sein könnte.

Es wurden zu keinem Zeitpunkt 3- oder 4MRGN und VRE in den untersuchten Badegewässerproben nachgewiesen. Der fehlende Nachweis klinisch relevanter ARB ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die geringe Abwasserbeeinflussung der untersuchten Proben zurückzuführen. Die Ergebnisse spiegeln die hauptsächlich ausgezeichnete und gute Qualität der untersuchten EU-Badestellen wider und deuten darauf hin, dass bei geringen fäkalen Belastungen das Vorkommen von klinisch relevanten ARB selten ist. Die Ergebnisse unterstützen die Auffassung des Umweltbundesamtes, dass beim Schwimmen in Badegewässern mit ausgezeichneter oder guter Qualität ein Kontakt mit Bakterien mit erworbener Antibiotikaresistenz unwahrscheinlich ist [5]. Des Weiteren wird nach bisherigem Kenntnisstand bei gesunden Menschen mit intakter Haut, hinsichtlich einer potentiellen Belastung mit ARB, beim Baden in offiziellen Badegewässern keine erhöhte Gesundheitsgefährdung gesehen [6]. Je schlechter die hygienische Wasserqualität, desto höher ist aber auch die fäkale Belastung des Badegewässers und damit die Wahrscheinlichkeit, dass Krankheitserreger sowie antibiotikaresistente Bakterien vorkommen können [5].

Für Oberflächengewässer, die nicht als EU-Badestellen ausgewiesen sind, liegt keine Abschätzung der Belastung z.B. durch Abwassereinträge vor. Eine Überwachung der hygienischen Qualität erfolgt nicht. Unter Umständen ist hier mit starker Belastung z.B. durch Abwassereinleitung zu rechnen. Daher sollte Baden vorzugsweise in den ausgewiesenen Gewässern erfolgen.

Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich derzeit kein Bedarf für ein verpflichtendes Monitoring auf ARB in allen Badegewässern ableiten. Das Gesamtkonzept der Badegewässerüberwachung gemäß EU-Richtlinie 2006/7/EG wird zum Schutz der Badenden weiterhin als ausreichend angesehen. Darüber hinaus sind jedoch weitere wissenschaftliche Studien, die auf das Vorkommen von ARB in Badegewässern abzielen, durchaus als sinnvoll zu betrachten.

## Quellen

[1] Bhullar K, Waglechner N, Pawlowski A, Koteva K, Banks ED, et al. (2012). Antibiotic resistance is prevalent in an isolated cave microbiome. PLoS One 7:e 34953.

[2] Antibiotika und Antibiotikaresistenzen in der Umwelt -Hintergrund, Herausforderungen und Handlungsoptionen, Umweltbundesamt, November 2018

[3] Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). Erschienen im Bundesgesundheitsblatt 10 (2012), S. 1311-1354.

[4] Verordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer (Badegewässerverordnung - BadegewVO) vom 10. April 2008, Nds. GVBl. 2008, 105, <http://www.nds-voris.de>

[5] Umweltbundesamt FAQ : Antibiotikaresistente Bakterien in Badegewässern; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/schwimmen-baden/badegewaesser/faq-antibiotikaresistente-bakterien-in>

[6] Exner M, Schmithausen R, Schreiber C, Bierbaum G, Parcina M, Engelhart S, Kistemann T, Sib E, Walger P, Schwartz T. Zum Vorkommen und zur vorläufigen hygienisch-medizinischen Bewertung von Antibiotika-resistenten Bakterien mit humanmedizinischer Bedeutung in Gewässern, Abwässern, Badegewässern sowie zu möglichen Konsequenzen für die Trinkwasserversorgung. Hyg Med 2018; 43(5): D46–D54.

