

Indikator-Factsheet: Gesundheitsgefährdung durch Vibrionen

Verfasser*innen:	Bosch & Partner GmbH (Maximilian Gabriel) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3720 48 101 0	
Mitwirkung:	Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Gesundheit, Dezernat Umwelthygiene, Umweltmedizin (Dr. Gerhard Hauk)	
Letzte Aktualisierung:	03.06.2022	Bosch & Partner GmbH (Maximilian Gabriel): Ersterstellung
	15.06.2022	Bosch & Partner GmbH (Maximilian Gabriel): Einarbeitung kleiner redaktioneller Anmerkungen von Dr. Hauk
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
Nächste Fortschreibung:	ab sofort	Die Fallstudie ist aktuell auf die Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns beschränkt. Vergleichbare quantitative Daten liegen für Schleswig-Holstein sowie die Nordseeküste (noch) nicht vor, allerdings finden auch an der Nordsee Beprobungen statt. Mit entsprechenden Daten für die deutsche Nordseeküste kann die Fallstudie zukünftig ggf. auf den gesamten deutschen Küstenraum erweitert werden.

I Beschreibung

Interne Nr. GE-I-7	Titel: Gesundheitsgefährdung durch Vibrionen
	Fallstudie für ausgewählte Badestellen an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns
Einheit: <u>Teil A:</u> % <u>Teil B:</u> °C	<p>Kurzbeschreibung des Indikators:</p> <p><u>Teil A:</u> Gewichtetes Mittel der Anteile einzelner Beprobungsergebnisse an allen Beprobungen auf <i>Vibrio vulnificus</i> (<i>Vibrio vuln.</i>) an ausgewählten Beprobungsstellen der Ostsee in den Monaten Juli, August und September</p> <p><u>Teil B:</u> Gewichtetes Mittel der maximalen Wassertemperatur bei Probennahme an ausgewählten Beprobungsstellen der Ostsee in den Monaten Juli, August und September</p> <p>Berechnungsvorschrift:</p> <p><u>Teil A:</u> <u>Schritt 1:</u> Für jede Beprobungsstelle (BS) pro Jahr: Beschränkung des Datensatzes auf die Probennahmen in den Monaten Juli, August und September. Bestimmung der Anzahl aller entnommenen Proben an der BS in diesen Monaten (= Probenzahl_{BS}).</p> <p><u>Schritt 2:</u> Für jede Beprobungsstelle (BS) und jedes Probenergebnis (PE) pro Jahr: Berechnung des Anteils der einzelnen Probenergebnisse an allen Proben an der jeweiligen BS:</p> $\text{Anteil}_{PE,BS} = \frac{\text{Probenzahl}_{PE,BS}}{\text{Probenzahl}_{BS}} * 100$ <p><u>Schritt 3:</u> Berechnung der Gesamtprobenzahl an allen Beprobungsstellen insgesamt pro Jahr:</p>

	<p>$Gesamtprobenzahl = Probenzahl_{BS\ 1} + Probenzahl_{BS\ 2} + \dots + Probenzahl_{BS\ n}$</p> <p><u>Schritt 4:</u> Für jedes Probenergebnis (PE) pro Jahr: Berechnung des gewichteten Mittels der in Schritt 2 errechneten Anteile. Gewichtungsfaktoren sind die Anzahlen der Probennahmen je Beprobungsstelle (BS):</p> $Mittel_{PE} = \frac{Anteil_{PE,BS\ 1} * Probenzahl_{BS\ 1} + \dots + Anteil_{PE,BS\ n} * Probenzahl_{BS\ n}}{Gesamtprobenzahl}$ <p><u>Teil B:</u> <u>Schritt 1:</u> Für jede Beprobungsstelle (BS) pro Jahr: Beschränkung des Datensatzes auf die Probennahmen in den Monaten Juli, August und September. Bestimmung der jährlichen maximalen Wassertemperatur bei Probennahme (= $Tmax_{BS}$).</p> <p><u>Schritt 2:</u> Berechnung des gewichteten Mittels der in Schritt 1 bestimmten maximalen Wassertemperaturen pro Jahr. Gewichtungsfaktoren sind die Probenzahlen je Beprobungsstelle (BS):</p> $Mittel_{Tmax} = \frac{Tmax_{BS\ 1} * Probenzahl_{BS\ 1} + \dots + Tmax_{BS\ n} * Probenzahl_{BS\ n}}{Gesamtprobenzahl}$
Interpretation des Indikatorwerts:	<p><u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert ist, desto größer ist der gewichtete, gemittelte Anteil des jeweiligen Probenergebnisses an allen Proben im jeweiligen Jahr.</p> <p><u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert ist, desto höher ist die gewichtete, gemittelte maximale Wassertemperatur bei Probennahme im jeweiligen Jahr.</p>

II Einordnung

Handlungsfeld:	Menschliche Gesundheit
Themenfeld:	Gesundheitliche Auswirkungen von verminderter Badegewässerqualität
Thematischer Teilaspekt:	Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Vermehrung von Mikroorganismen und Einzellern durch höhere Wassertemperaturen und abnehmende bakterizide Wirkung des UV-Lichts bei Wassertrübung durch temperatur- und nährstoffbedingt vermehrtes Algenwachstum
DPSIR:	Impact (Risiko)

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	keine
Begründung:	<p>Klimawandel und Vibrionen:</p> <p>Im Zuge des Klimawandels steigen die Temperaturen weltweit sowohl an Land, als auch in den Meeren. Zukünftig ist häufiger von höheren Wasseroberflächentemperaturen sowie einer schnelleren bzw. früheren Erwärmung der Meere im Jahresverlauf auszugehen (IPCC 2021, Metelmann et al. 2020). Meist begünstigt ein wärmeres Umfeld das Wachstum und die Vermehrung bestimmter Mikroorganismen. Wenngleich jede Art unterschiedliche Ansprüche an ihre Umwelt stellt und in der Regel nicht die Temperatur allein die</p>

	<p>Entwicklungs- und Fortpflanzungsaktivität der Organismen steuert, wirken höhere Temperaturen als Katalysator für biologische Prozesse.</p> <p>Als Profiteure der Temperaturerhöhung in marinen Lebensräumen gelten unter anderem Arten der Bakteriengattung <i>Vibrio</i> (Wolf et al. 2021). Optimale Habitate dieser Bakterien sind wärmere, mäßig salzhaltige Brack- und Meerwasserbereiche. Entsprechende Bedingungen liegen in den Küstengebieten der deutschen Ostsee vor. Etwa zwölf der über 100 Arten der Gattung <i>Vibrio</i> können unter bestimmten Voraussetzungen Infektionen bei Menschen hervorrufen und stellen deshalb ein Gesundheitsrisiko dar. Zu diesen Arten, die auch in der Ostsee nachgewiesen werden können, zählen <i>Vibrio cholerae</i>, <i>Vibrio fluvialis</i>, <i>Vibrio parahaemolyticus</i>, <i>Vibrio alginolyticus</i> sowie <i>Vibrio vulnificus</i> (Baker-Austin et al. 2018).</p> <p>Unter den genannten Arten ist <i>Vibrio vulnificus</i> ein virulenter Erreger, bei dem sich zudem der Zusammenhang zwischen Entwicklungs- bzw. Vermehrungsaktivität und steigenden Wassertemperaturen besonders deutlich zeigt. Für die Art sind saisonale Maxima ihres Vorkommens sowie ihrer Konzentration im Gewässer nachweisbar. Grundsätzlich tolerieren die Bakterien ein breites Spektrum von Wassertemperaturen bis etwa 31 °C (Strom und Paranpype 2000). Ein Nachweis gelingt meist ab einer Wassertemperatur von 10 °C. Das Wachstum der Organismen ist bei diesen Temperaturen noch eingeschränkt. Erst in wärmerem Wasser, in der Regel ab etwa 18 °C, beginnen sich die Bakterien stärker zu vermehren. Optimal für das Wachstum sind Wassertemperaturen zwischen 20 °C und etwa 30 °C. Fällt die Wassertemperatur wieder unter diesen Bereich, verbleiben die Vibrionen oft noch über längere Zeit aktiv. Strom und Paranpype (2000) gehen davon aus, dass bei Wassertemperaturen von unter 10 °C ein Teil die Bakterien sterben oder zum Teil in einem inaktiven Zustand im Gewässersediment überdauern, bis die Temperaturen wieder steigen. Entsprechend dieses Zyklus werden die höchsten Konzentrationen von <i>Vibrio vulnificus</i> in den warmen Sommermonaten bei den höchsten Wassertemperaturen sowie in Jahren mit besonders hohen Temperaturen festgestellt. Fällt die Temperatur anschließend wieder unter die Optimaltemperatur, verbleiben die Bakterien oft über längere Zeit weiterhin aktiv. Erst bei Temperaturen unter 10 °C setzt schließlich wieder der inaktive Zustand ein. Zwar besteht bei der Entwicklung und Vermehrung von <i>Vibrio vulnificus</i> eine enge Bindung an die Temperatur, allerdings ist wie bei den anderen Arten der Gattung auch bei <i>Vibrio vulnificus</i> ein weiterer bestimmender Faktor die Salinität des Wassers. Der Einfluss des Salzgehalts auf die Aktivitätsrate der Bakterien ist dabei weniger klar als der der Temperatur. Nach bisherigen Erkenntnissen liegt der Optimalbereich des Salzgehalts für <i>Vibrio vulnificus</i> zwischen 0,5 % und 2,5 % bzw. 5 g/kg und 25 g/kg (Randa et al. 2004, Strom und Paranpype 2000). Die Salzgehalte der Ostsee nehmen von Ost nach West zu und bewegen sich in einer ähnlichen Größenordnung. Sie bieten damit dem Erreger zumeist geeignete Wuchsbedingungen. Höhere Gehalte von bis zu 3 % und darüber sind nur vereinzelt im Skagerrak zu verzeichnen. Der Salzgehalt der Nordsee liegt in der Regel höher als der angegebene Optimalbereich, sodass <i>Vibrio vulnificus</i> hier seltener und in geringeren Konzentrationen als in der Ostsee nachgewiesen wird.</p> <p>Gesundheitliche Auswirkungen einer Infektion mit <i>Vibrio vulnificus</i>:</p> <p>Eine Infektion des Menschen mit <i>Vibrio</i>-Erregern, darunter auch <i>Vibrio vulnificus</i>, kann grundsätzlich auf zwei Wegen erfolgen: Zum einen kann der Erreger über den Verzehr kontaminierter Schalentiere oder Fische in den menschlichen Körper gelangen, zum anderen kann es zu einer direkten Aufnahme der Bakterien über eine offene Wunde kommen. Als Filtrierer nehmen Weich- und Schalentiere wie Austern, Krebse und Krabben die Vibrionen aus dem Wasser auf. Werden die verunreinigten Tiere anschließend vor dem Verspeisen nicht ausreichend erhitzt, kommt es zur Infektion und gegebenenfalls zum Ausbruch einer Vibriose (Steinberg et al. 2004, Strom und Paranpype 2000). Diese äußert</p>
--	--

	<p>sich häufig in Form einer Gastroenteritis. Infektionen über die Nahrung sind allerdings in aller Regel auf <i>Vibrio</i>-Arten wie <i>Vibrio cholerae</i>, <i>Vibrio parahaemolyticus</i> oder <i>Vibrio fluvialis</i>, weniger auf <i>Vibrio vulnificus</i> zurückzuführen und in Asien, Südamerika und den USA von größerer Bedeutung als in Europa.</p> <p>Eine Aufnahme von <i>Vibrio vulnificus</i> erfolgt in aller Regel über die Wundinfektion (Strom und Paranjpye 2000). Dabei gelangen die Mikroorganismen über eine offene Wunde in den Körper des Menschen, meist lokal begleitet von einer Entzündungsreaktion. Die Infektionswahrscheinlichkeit hängt sowohl von der Zahl der Erreger im Wasser als auch von der gesundheitlichen Verfassung der infizierten Person ab. Der Ausbruch einer Infektion nach der Kontamination einer Wunde wird durch Vorerkrankungen, insbesondere ein geschwächtes Immunsystem begünstigt. Im Verlauf einer ausgebrochenen Infektion können Durchfallerkrankungen, Magen-Darm-Beschwerden, Erbrechen und Leibes-schmerzen auftreten. Bei einem schweren Verlauf besteht die Gefahr einer Sepsis. Als Risikofaktoren hierfür gelten unter anderem Leber- und Nierenerkrankungen und Immunsuppression aber auch das männliche Geschlecht (Metelmann et al. 2020). In diesen Fällen sind besonders ausgeprägte Symptome die Folge, die in Einzelfällen zum Tod führen können.</p> <p>In Abhängigkeit des Erregers liegt die Inkubationszeit zwischen 4 und 96 Stunden. Dies führt dazu, dass betroffene Personen häufig am Ort der Exposition erkranken. Gemäß § 7 Abs. 1 S. 1 Nr. 43 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) müssen seit März 2020 in Deutschland direkte oder indirekte Nachweise von humanpathogenen <i>Vibrio</i> spp. namentlich gemeldet werden, soweit diese Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen.</p>
<p>Einschränkungen:</p>	<p>Die Wassertemperatur ist zwar ein maßgeblicher, nicht aber all bestimmender Faktor der Konzentration von <i>Vibrio vulnificus</i> und anderen <i>Vibrio</i>-Arten in der Ostsee. Die Konzentration hängt auch von der Salinität des Gewässers ab. Dadurch ergeben sich zum Teil natürliche Abweichungen des Temperaturverlaufs von der gemessenen Vibrionenkonzentration, sollten die Salzgehalte nicht den Ansprüchen der jeweiligen Art entsprechen. Gewisse Ungenauigkeiten, die diese Diskrepanzen verstärken, ergeben sich aus der Datenlage: Dem Indikator liegen Auswertungen von Gewässerproben verschiedener Beprobungsstellen an der Ostsee zugrunde. Die Beprobungsstellen sind über die gesamte Küstenlinie verteilt und decken einen großen und repräsentativen Bereich der Küste ab. Dennoch weisen die Beprobungsstellen durch ihre spezifische geographische Lage und Küstenmorphologie individuelle Strömungsverhältnisse und Wassertemperaturentwicklungen auf. Infolge der Strömung können die Bakterien zudem verdriftet werden. Der Indikator zeichnet damit nur ein grobes Bild der Gefahrenlage im gesamtdeutschen Ostseeküstengebiet.</p> <p>Weitere Einschränkungen ergeben sich aus der Erhebungsmethodik: Zwar erfolgt die Probennahme standardisiert und streng nach den Vorgaben der Badegewässerlandesverordnung Mecklenburg-Vorpommerns, allerdings variieren die Zeitpunkte der Probennahmen sowohl zwischen den Beprobungsstellen als auch zwischen den Jahren. Auch die Zahl der entnommenen Proben variiert zwischen den Beprobungsstellen und den Jahren. Dadurch können einzelne Beprobungsstellen mit ihrer charakteristischen Morphologie und ihren Strömungsverhältnissen unter- bzw. überrepräsentiert sein. Durch die Darstellung eines gewichteten Mittels wird dieser Problematik entgegengewirkt. Nicht in allen Jahren werden zudem alle Beprobungsstellen beprobt. Zuletzt stellen die Gewässerproben selbst einen Faktor für Ungenauigkeiten dar. Die Stichproben enthalten mit meist 250 ml nur eine kleine Wassermenge, von der wiederum nur ein geringer Teil tatsächlich pipettiert und auf Erreger untersucht wird. Die Bakterien sind allerdings nicht gleichmäßig im Gewässer verteilt, sie liegen häufig in Klumpen vor. Die Proben können sich daher der realen Vibrionenkonzentration in der Ostsee nur annähern.</p>

Erläuterungen zur Fallstudie:	<p>Grundlage für die Fallstudie sind Probennahmen an ausgewählten Badestellen an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns. Durch die Verteilung der Stellen über die gesamte Küstenlinie des Bundeslandes ist die Fallstudie repräsentativ für den deutschen Ostseeraum.</p> <p><u>Perspektiven für eine bundesweite Darstellung des Indikators:</u></p> <p>Zukünftig könnte die Fallstudie durch Berücksichtigung weiterer Beprobungsstellen in Mecklenburg-Vorpommern, aber auch in Schleswig-Holstein, gestützt sowie durch das Erschließen neuer Datenquellen zur Nordsee zu einem bundesweiten Indikator ausgebaut werden. Voraussetzung für die Ausweitung der Fallstudie sind vergleichbare quantitative Daten mit jährlicher Aktualisierung aus dem Nordseeraum. Diese stehen derzeit nicht zur Verfügung.</p>
Rechtsgrundlagen, Strategien:	<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen:	<ul style="list-style-type: none"> • DAS, Kap. 3.2.1 (S. 16): Die Ausbreitung von Krankheitserregern, die in Deutschland heimisch sind [...], wird durch ein milderes Klima begünstigt. • DAS, Kap. 3.2.1 (S. 16): Die Überwachung von Infektionskrankheiten schließt gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG) auch die Überwachung einer Reihe von Erregern ein, deren Auftreten durch Klimaänderungen beeinflusst werden kann.
Ziele:	<ul style="list-style-type: none"> • DAS, Kap. 3.2.1 (S. 17): Bund und Länder sollten zusätzliche Daten gewinnen und analysieren, um epidemiologische Entwicklungen in Deutschland rechtzeitig zu erkennen, ihre Ursachen und Zusammenhänge zu verstehen, Risiken besser abschätzen zu können und Präventions- und Interventionsstrategien zu entwickeln. Dazu wäre es vor allem nötig: [...] <ul style="list-style-type: none"> - Populationen (Mensch, Tier, Vektoren) hinsichtlich der Zahl der Neuerkrankungen und Krankheitsfälle bestimmter klima-sensitiver Infektionen systematisch zu untersuchen und sie zu modellieren, - die Prävention von Infektionen durch klima-sensitive Erreger zu fördern. • DAS, Kap. 3.2.1 (S. 18): Bund und Länder sollten deshalb eine zielorientierte, sachgerechte Aufklärung der Bevölkerung, einzelner Risikogruppen aber auch der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren wie dem Personal in Medizin und Katastrophenschutz, als wichtige Voraussetzung für Anpassungsmaßnahmen fördern.
Berichtspflichten:	Die Gesundheitsgefährdung durch Vibrionen ist Gegenstand der vom LAGuS Mecklenburg-Vorpommern ausgesprochenen Warnungen.

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Gewässerqualitätsmessungen: Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Gesundheit, Dezernat Umwelthygiene, Umweltmedizin	
Räumliche Auflösung:	Punktdaten	NUTS 1
Geographische Abdeckung:	Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns anhand von ausgewählten Beprobungsstellen; die Anzahl der berücksichtigten Beprobungsstellen schwankt von Jahr zu Jahr	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 2008	
Beschränkungen:	keine	

Verweis auf Daten-Factsheet:	GE-I-7_Gesundheitsgefaehrung_Vibrio.xlsx
-------------------------------------	--

V Zusatz-Informationen

Glossar:	<p>Vibrionen: mäßig bis stark salzliebende Bakterien verschiedener Arten der Gattung <i>Vibrio</i>. Die Bakterien kommen bevorzugt in warmen Brack- und Meerwasserbereichen vor und profitieren aus diesem Grund von der globalen Erwärmung der Meere im Zuge des Klimawandels. Einige Arten können schwere bis tödliche Infektionen bei Menschen hervorrufen.</p> <p>Salinität: Salzgehalt eines Wasserkörpers, üblicherweise angegeben in Promille (‰), Prozent (%) oder g/kg.</p>
Weiterführende Informationen:	<p>Baker-Austin C., Oliver J.D., Alam M., Afsar A., Matthew K. W., Firdausi Q., Martinez-Urtaza J. 2018: <i>Vibrio</i> spp. infections. Nature Reviews Disease Primers, 4, 1-19.</p> <p>IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32. doi: 10.1017/9781009157896.001</p> <p>Metelmann C., Metelmann B., Gründling M., Hahnenkamp K, Hauk G, Scheer C. 2020: <i>Vibrio vulnificus</i>, eine zunehmende Sepsisgefahr in Deutschland? Anaesthesist, 69, 672-678.</p> <p>Randa M., Polz M., Lim E. 2004: Effects of Temperature and Salinity on <i>Vibrio vulnificus</i> Population Dynamics as Assessed by Quantitative PCR. In: Applied and Environmental Microbiology, Band 70, Heft 9, 5469-5476.</p> <p>Steinberg E. B., Greene K. D., Bopp C. A. 2004: Erkrankungen durch andere <i>Vibrio</i> spp. In: Krauss H., Weber A., Appel M., Enders B., Graevenitz A. v., I-senberg H. D., Schiefer H. G., Slenczka W., Zahner H. 2004: Zoonosen: von Tier zu Mensch übertragbare Infektionskrankheiten: 323.</p> <p>Strom M., Paranjpye R. 2000: Epidemiology and pathogenesis of <i>Vibrio vulnificus</i>. Microbes and Infection, Band 2, Heft 2, 177-188.</p> <p>Wolf M., Ölmez C., Schönthaler K., Porst L., Voß M., Linsenmeier M, Kahlenborn W., Dorsch L., Dudda L. 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 - Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit. Climate Change 24/2021, Dessau-Roßlau, 261 S. www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Teil-5-Wirtschaft-Gesundheit</p>

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Datenverarbeitung:	3	Es ist eine Sichtung und Selektion von Daten erforderlich. Im Daten-Factsheet sind Formeln manuell anzupassen bzw. zu kopieren.
	<u>Erläuterung:</u> Die Fortschreibung des Indikators nimmt durch die komplexere Datenverarbeitung mit manueller Selektion von Daten und der Anpassung von Formeln im Daten-Factsheet ca. 2 Stunden in Anspruch.		

Datenkosten:	keine
Zuständigkeit:	Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Gesundheit, Dezernat Umwelthygiene, Umweltmedizin
Erläuterung:	keine

VII Darstellungsvorschlag

