



Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser

Empfehlung zur Probenahme und zum Nachweis

[LANUV-Arbeitsblatt 44](#)

Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser

Empfehlung zur Probenahme und zum Nachweis

[LANUV-Arbeitsblatt 44](#)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2019

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0, Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Projektbearbeitung	Die Erarbeitung der Inhalte und die inhaltliche Abstimmung erfolgte durch eine Arbeitsgruppe unter Leitung des LANUV, Fachgebiet Umweltmikrobiologie.
Projektleitung	Dr. Susanne Grobe (LANUV), Dipl.-Biol. Bernd Schwanke (LANUV)
Arbeitsgruppe	Dr. Barbara Dericks (LANUV), Dr. Jan Frösler (IWW Zentrum Wasser), Dr. Christoph Koch (Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn), Dipl.-Biol. Bettina Langer (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets), Dr. Stefan Pleischl (Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn), Dipl.-Ing. Klaus Selent (LANUV)
Titelfoto	LANUV
ISSN	2197-8336 (Print), 1864-8916 (Internet), LANUV-Arbeitsblätter
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhalt

A	Einleitung	4
B	Anforderungen an das Untersuchungslabor	6
C	Anforderungen an die Probenahme	7
C.1	Probenahmeplanung	7
C.2	Probenahmestelle	8
C.3	Probenahmegerätschaften und Probengefäße	8
C.4	Probenahme von Abwasser	8
C.5	Probenahme von Oberflächenwasser	10
C.6	Probenahmeprotokoll	11
D	Transport und Lagerung der Proben	12
E	Nachweis von Legionellen durch Kultivierung	13
E.1	Probenvorbereitung und Probenansatz	15
E.2	Bebrütung und Untersuchung der Platten	16
E.3	Bestätigung verdächtiger Legionellenkolonien	16
E.4	Berücksichtigung der Begleitflora	17
E.5	Berechnung des Ergebnisses	17
E.6	Betrachtung der Messunsicherheit	20
E.7	Angaben im Prüfbericht	21
E.8	Serotypisierung von Legionellenisolaten	22
F	Nachproben bei nicht auswertbaren Ansätzen	23
G	Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner	24
H	Literatur	25
Anhang		26

A Einleitung

Anlass für das LANUV Untersuchungen zum Vorkommen von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser aus NRW durchzuführen, war der Legionellose-Ausbruch in Warstein, Kreis Soest. Im Stadtgebiet Warsteins kam es im August und September 2013 zum massenhaften Auftreten schwerer, durch Legionellen verursachter Lungenentzündungen. 159 Krankheitsfälle wurden bekannt. Zahlreiche Personen mussten intensivmedizinisch betreut werden; zwei Patienten verstarben.

Der krankheitsverursachende Epidemiestamm wurde in zwei, mehrere Kilometer voneinander entfernten, Verdunstungskühlanlagen nachgewiesen. Die tatsächliche Quelle für die Erkrankungen konnte im Nachhinein nicht eindeutig identifiziert werden. Eine Besonderheit bei diesem Ausbruch war aber, dass auch im Abwasser und im Oberflächengewässer, in das das gereinigte Abwasser eingeleitet wurde, eine ausgedehnte Kontamination mit Legionellen festgestellt wurde. Das derart belastete Wasser war ohne Aufbereitung unter anderem für den Betrieb einer Verdunstungskühlanlage verwendet worden. Die Relevanz Legionellen-belasteter Abwässer war in dieser Form für die Fachwelt neu.

Basierend auf Erkenntnissen aus den Sonderüberprüfungen an Abwasserreinigungsanlagen in NRW und weiteren Untersuchungsprogrammen des LANUV im Bereich Abwasser sowie den Empfehlungen der Expertenkommission Legionellen¹ wurde der Erlass „Selbstüberwachung Legionellen“ vom Umweltministerium NRW erarbeitet. Mit dem Erlass, vom 06. September 2016, wurde in NRW eine Verpflichtung zur Selbstüberwachung von Abwasser-direkteinleitungen, mit relevantem Abwasser für die Vermehrung von Legionellen, eingeführt.

Als Abwasser wird Wasser bezeichnet, das durch den Gebrauch des Menschen verschmutzt bzw. in seinen Eigenschaften oder seiner Zusammensetzung verändert wurde. Bevor es in ein Gewässer eingeleitet und dem natürlichen Kreislauf zugeführt wird, muss es gesammelt und in einer Kläranlage gereinigt werden.

Betriebliches Abwasser von Gewerbe- und Industriebetrieben wird entweder zur Mitbehandlung einer öffentlichen Kläranlage zugeleitet (Indirekteinleitung) oder auf dem Betriebsgelände behandelt und direkt einem Gewässer zugeführt (Direkteinleitung). Auch Abschlammwasser aus Kühlsystemen wird als Abwasser definiert. Das nicht oder nur gering verschmutzte Abwasser aus Kühlsystemen wird meist direkt in ein Gewässer eingeleitet. Wird Abwasser direkt in ein Gewässer eingeleitet, bedarf es hierzu einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Indirekteinleitungen bedürfen einer Indirekteinleitergenehmigung, wenn für die betreffende Branche in einem der Anhänge der Abwasserverordnung (AbwV) allgemeine Anforderungen oder Anforderungen an bestimmte Teilströme gestellt sind.

Als relevantes Abwasser, das die Vermehrung von Legionellen begünstigen kann, wird insbesondere solches gewerbliches bzw. industrielles Abwasser angesehen, welches

¹ Abschlussbericht der Expertenkommission Legionellen verfügbar unter www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/wasserbuertige-krankheitserreger/legionellen

regelmäßig Temperaturen von $\geq 23\text{ °C}$ aufweist und in dem bestimmte Substrate für eine Begünstigung der Legionellenvermehrung vorliegen.

Nach den Empfehlungen der Expertenkommission Legionellen sollte das geklärte Abwasser (Kläranlagenablauf) von solchen Kläranlagen (Betriebskläranlagen und kommunale Kläranlagen), die derartige Abwässer verarbeiten, auf Legionellen untersucht werden. Werden in Ablaufproben erhöhte ($\geq 1.000\text{ KBE}/100\text{ ml}$) bzw. stark erhöhte ($\geq 10.000\text{ KBE}/100\text{ ml}$) Legionellenkonzentrationen festgestellt, werden weitergehende Untersuchungen der einzelnen Aufbereitungsstufen innerhalb der Kläranlage sowie der Zuflüsse zur Kläranlage bzw. Maßnahmen zur Minderung und Überprüfung der Konzentration im Gewässer (ggf. Entnahmeverbot) empfohlen.

Die im Rahmen der Sonderüberprüfungen, der Messprogramme und des im Jahr 2017 durchgeführten ersten Ringversuchs („Legionellen in Abwasser“) gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass der Nachweis von Legionellen in mikrobiell stark bzw. extrem stark belasteten Wässern Herausforderungen an die kulturelle Analytik stellt. Eine Standardisierung des Untersuchungsverfahrens ist daher notwendig, um vergleichbare Ergebnisse zwischen verschiedenen Laboratorien zu gewährleisten.

Zur Harmonisierung der kulturellen Legionellenanalytik in Abwasser und Oberflächenwasser werden seitens des LANUV nachfolgende Empfehlungen gegeben. Diese dienen dem Ziel einer einheitlichen Probenahme, Analytik, Auswertung und Ergebnisangabe.

In den Anwendungsbereich der Empfehlung fallen dabei sämtliche Abwässer bzw. wässrige Proben aus dem Bereich Abwasserableitung und Abwasserbehandlung – sowohl Proben von Indirekteinleitern, Kläranlagenzulauf oder Belebtschlämme, als auch gereinigtes Abwasser vom Kläranlagenablauf oder Abflutungen aus Kühlwasserkreisläufen² – sowie Oberflächenwasser.

² Bemerkung: Bei „Abflutungen aus Kühlwasserkreisläufen“ handelt es sich um Abwasser aus Kühlsystemen. Für Proben aus den Kreisläufen von Verdunstungskühlanlagen und Kühltürmen bzw. aus Nassabscheidern gilt hingegen die Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen.

B Anforderungen an das Untersuchungslabor

Für den Nachweis von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser sollte ein Labor beauftragt werden, das für den Nachweis von Legionellen in diesen Wässern nach DIN EN ISO 11731:2019-03 sowie für die Probenahme nach DIN EN ISO 19458 gemäß der jeweils gültigen DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert ist. Das Labor ist dabei verantwortlich, dass von der Probenahme bis zum Prüfbericht alle rechtlichen und normativen Anforderungen erfüllt sind.

Da bei Oberflächenwasser und insbesondere bei Abwasser in der Regel mit einem hohen bis sehr hohen Anteil interferierender Mikroorganismen (Begleitflora) zu rechnen ist, muss das Labor Erfahrung mit derartigen Proben nachweisen können. Das Labor muss regelmäßig (mindestens alle 2 Jahre) an nach DIN EN ISO 17043 akkreditierten Ringversuchen zum Nachweis von Legionellen in belasteten Wässern (entsprechend DIN EN ISO 11731:2019-03 Anhang J, Matrix B oder C) teilnehmen und diese erfolgreich bestehen.

Die Probenehmer müssen in das Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO/IEC 17025 des Labors eingebunden sein. Sie müssen Kenntnisse sowohl hinsichtlich der mikrobiologischen Probenahme generell, entsprechend DIN EN ISO 19458, als auch hinsichtlich der spezifischen Anforderungen bei der Probenahme von Abwasser und Oberflächenwasser verfügen. Diese Qualifikation kann durch Teilnahme an geeigneten Schulungen erworben werden. Die Eignungskriterien derartiger Schulungen werden durch die im Anhang gelisteten Randbedingungen und Inhalte definiert (Anhang 1).

C Anforderungen an die Probenahme

Die Probenahme ist der erste Arbeitsschritt bei der Durchführung einer Untersuchung und bestimmt weitgehend die Qualität der gesamten Untersuchung. Bei der Probenahme für die Untersuchung von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser sind die Vorgaben der Normen DIN EN ISO 19458, DIN EN ISO 5667-1, DIN EN ISO 5667-3, DIN EN ISO 5667-6 und DIN 38402-11 einzuhalten.

C.1 Probenahmeplanung

Grundlage der Probenahme ist die Erstellung einer für das jeweilige Untersuchungsziel angepassten Probenahmeplanung. Der Zweck und die Umgebungssituation bestimmen die Art und Weise in der die Probenahme erfolgt. Dafür ist jeweils ein Probenahmeplan zu erstellen, der mindestens die folgenden Aspekte berücksichtigen muss:

- Zweck der Untersuchung
- Untersuchungsparameter und vor Ort durchzuführende Messungen
- Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkte der Probenahme
- Art der Probe (z. B. Stichprobe, Mischprobe)
- Probenahmegebiet, Anzahl und Orte von Probenahmestellen
ggf. unter Berücksichtigung von Fließzeiten und Durchmischungen
- Probenahmeausrüstung
- Transport und Lagerung der Proben

Es wird üblicherweise eine Stich- bzw. Einzelprobe aus dem Wasserkörper entnommen. Bei besonderen Fragestellungen können auch Mischproben (z. B. qualifizierte Stichprobe, 2-Stunden-Mischprobe) entnommen werden. Hierfür sind sterile Homogenisationsgefäße zu verwenden.

Wenn die Besorgnis einer mit Bioziden beaufschlagten Probe besteht, ist dies bei der Probenahmeplanung zu berücksichtigen. Hinweise zum weiteren Vorgehen sind der Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern zu entnehmen

.

C.2 Probenahmestelle

Grundsätzlich muss die Probenahmestelle für den zu prüfenden Wasserkörper repräsentativ sein. Die Festlegung von Probenahmestellen für den zu untersuchenden Abwasserstrom oder Gewässerabschnitt hat vor Ort zu erfolgen. Nur vor Ort lässt sich beurteilen, ob diese Stelle repräsentativ und gut zugänglich ist und mit den geeigneten Probenahmegeräten beprobt werden kann.

Die Auswahl ist bei Abwassereinleitungen unter anderem abhängig von den bau- und betriebstechnischen Gegebenheiten. Bei Oberflächengewässern sind möglichst Probenahmestellen zu wählen, bei denen eine vollständige Durchmischung eines oberhalb gelegenen Zuflusses oder einer Einleitung sichergestellt ist. Die Probenahmestellen müssen zur Wiederauffindung eindeutig beschrieben und auf einem (Anlagen-)Plan dauerhaft und leicht erkennbar gekennzeichnet sein und im Probenahmeprotokoll sowie im Prüfbericht exakt bezeichnet werden. Vor Ort sollte eine deutliche Kennzeichnung der Probenahmestelle vorhanden sein.

C.3 Probenahmegerätschaften und Probengefäße

Für die Probenahme werden grundsätzlich desinfizierte oder sterile Probenahmegerätschaften und sterile Probengefäße verwendet. Es ist sicherzustellen, dass die Bereiche steril bzw. desinfiziert sind, die mit dem zu beprobenden Wasserkörper in Kontakt kommen. Es müssen Proben von mindestens 100 ml Probenvolumen genommen werden.

C.4 Probenahme von Abwasser

Bei Abwassereinleitungen, die der amtlichen Abwasserüberwachung gemäß §§ 93 und 94 Landeswassergesetz (LWG) unterliegen, sollten die festgelegten Probenahmestellen genutzt werden. Vor Entnahme der Probe muss sichergestellt werden, dass keine Abrisse (Ablagerungen, Schlamm und Beläge) von Wandungen in die Probe gelangen.

C.4.1 Probenahme aus Abwasserleitungen, Kanälen und Kanalschächten

In Kanälen, Ablaufrinnen oder offenen Abflussleitungen sollte die Probenahmestelle im oberen Drittel innerhalb des Abwasserstroms liegen, um zu gewährleisten, dass weder aufschwimmende noch sedimentierte Stoffe miterfasst werden. Hierzu muss eine ausreichende Breite und Tiefe von baulicher Seite und ausreichende Wassertiefe gegeben sein, die den Einsatz eines Schöpfbechers erlauben. Bei vorhandener Strömung erfolgt die Schöpfprobenahme mit Fließgeschwindigkeit in Strömungsrichtung (isokinetisch). Sind Abflussmesseinrichtungen oder Wehre in den Kanälen vorhanden, ist die Probenahmestelle immer stromabwärts festzulegen. Der Abstand sollte hierbei mindestens das 3-fache des Rohr-, Gerinnekthroughmessers betragen.

Wenn keine andere Probenahmestelle zur Verfügung steht, können notfalls Proben an Absturzbauwerken, einmündenden Abflussrohren oder an eingebrachten Staublechen aus dem Überlaufen entnommen werden. Probenahmeschächte, in denen sich das Abwasser über dem Auslaufrohr anstauen kann, sind ungeeignet.

C.4.2 Probenahme aus Entnahmearmaturen und Dauerläufern

Die Durchführung der Probenahme aus Entnahmearmaturen erfolgt nach DIN EN ISO 19458 Zweck a (Abbildung 1). Die Entnahmearmatur sollte regelmäßig genutzt werden und gut desinfizierbar (möglichst abflammbar) und sauber sein. Strahlregler sowie sonstige entfernbare Vorrichtungen und Einsätze (z. B. Schläuche, Dichtungsringe) sind zu entfernen, falls nötig ist die Entnahmearmatur vor der Probenahme zu säubern, so dass keine Verschmutzungen und Ablagerungen von der Armatur in die Probe gelangen können. Die Entnahmearmatur wird mehrmals geöffnet und wieder geschlossen, um vorhandene Ablagerungen auszuspülen. Im Anschluss wird die Entnahmearmatur desinfiziert und gespült bevor die Probe aus dem laufenden Wasserstahl entnommen werden kann.

Die Dauer des Spülvorgangs richtet sich nach dem Wasservolumen in der Zuleitung. Die Probe darf erst nach Ablauf des Standwassers, jedoch frühestens nach 30 Sekunden entnommen werden.

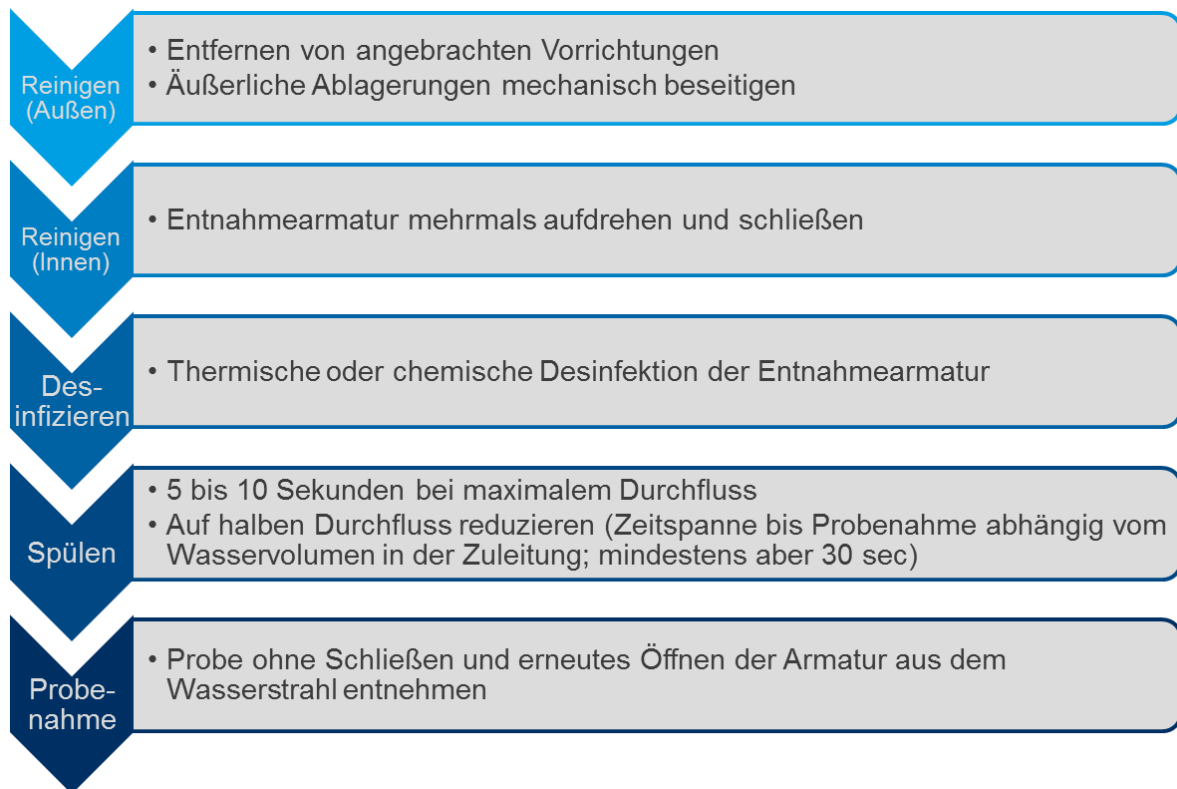


Abbildung 1: Fließschema zur Probenahme aus Entnahmearmaturen nach DIN EN ISO 19458 Zweck a

Es ist auch eine Probenahme an Dauerläufern möglich. Bei Dauerläufern darf man die Strömungsverhältnisse nicht verändern, d. h. keine Ventile schließen oder öffnen. Erforderlichenfalls sind an den Dauerläufern vorhandene Schläuche zu entfernen, die Dauerläufer äußerlich mechanisch zu reinigen und zu desinfizieren, bevor die Probe mit einem sterilen Probengefäß direkt aus dem Wasserstrahl entnommen werden kann.

C.5 Probenahme von Oberflächenwasser

Je nach örtlichen Gegebenheiten ist eine Probenahme direkt im Gewässer, vom Ufer, von Brücken oder vom Schiff erforderlich. Nach Möglichkeit sind die Proben 30 cm unter der Oberfläche des Gewässers bei einer Wassertiefe von mindestens 1 m zu entnehmen. Bei der Entnahme ist darauf zu achten, dass Aufwirbelungen des Untergrundes wieder abgesetzt oder mit der Strömung abgetrieben worden sind, bevor das Probengefäß gefüllt wird. Dazu wird das Gefäß umgekehrt nach unten ins Wasser bis zu einer Tiefe von etwa 30 cm untergetaucht. Anschließend wird das Gefäß durch Drehen seitwärts und aufwärts in Fließrichtung gefüllt. Alternativ kann die Probenahme mit einem Schöpfbecher erfolgen, wenn durch die Art und Weise der Probenahme sichergestellt wird, dass bei der Schöpfung wenig oberflächennahes Wasser entnommen wird. Wird eine Wassersäule von 1 m nicht erreicht und die Probe in geringerer Tiefe entnommen, ist dies auf dem Protokoll zu vermerken.

C.6 Probenahmeprotokoll

Das für jede Probenahme auszufüllende Probenahmeprotokoll muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- Name und Adresse des Auftraggebers
- Standort der Anlage mit vollständiger Anschrift und Anlagenbezeichnung
- Exakte Bezeichnung der Probenahmestellen
- Datum und Zeitpunkt der Probenahme
- Name und Unterschrift des Probennehmers
- Art der Probe (z. B. Oberflächenwasser, Art des Abwassers)
- Probenahmetechnik (z. B. Schöpfprobe)
- Temperatur des Wassers bei der Probenahme
- Angaben zu ggf. weiteren Vor-Ort-Messungen (z. B. Leitfähigkeit, pH-Wert)
- Auffälligkeiten bei der Probenahme, die das Ergebnis beeinflussen könnten
- Transportbedingungen

Die Angaben im Probenahmeprotokoll müssen in den Prüfbericht übernommen werden. Falls eine der vorstehenden Informationen nicht vorliegt, ist dies im Probenahmeprotokoll und im Prüfbericht auszuweisen.

D Transport und Lagerung der Proben

Die Zeit zwischen der Probenahme und der Analyse im Labor ist so kurz wie möglich zu halten. Daher sollten die Proben vorzugsweise innerhalb von 24 h, jedoch nicht später als 48 h nach Probenahme im Labor angesetzt werden. Die Proben sind geschützt vor Licht und gekühlt - bei idealerweise $(5 \pm 3) ^\circ\text{C}$ - zu transportieren. Bei Transportzeiten > 8 h hat der Transport temperaturüberwacht zu erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass die Proben nicht gefroren werden. Die Transportbedingungen müssen im Probenahmeprotokoll bzw. im Prüfbericht dokumentiert werden. Die Lagerung der Proben im Labor erfolgt bei $(5 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

E Nachweis von Legionellen durch Kultivierung

Abwasser kann, je nach Herkunft, verwendeter Aufbereitungstechnologie sowie untersuchtem Aufbereitungsschritt, verschiedene analytische Herausforderungen an die Untersuchungslabore stellen. Dies trifft in etwas geringerem Maße auch auf Oberflächenwasser zu. Neben der Homogenität der Proben, ist insbesondere der Einfluss der Begleitflora auf den Nachweis von Legionellen sowie das sichere Erkennen von Kolonietypen, die als legionellenverdächtig einzustufen sind, von Bedeutung.

Das Untersuchungsverfahren gestaltet sich probenabhängig aufwendiger als für Wasser mit geringer Begleitflora (z. B. Trinkwasser). Die parallele Verwendung verschiedener Vorbehandlungen, Verdünnungen und ein erhöhter Aufwand bei der Auswertung stellen hohe Qualitätsanforderungen an das Labor. Für die Überwachung von Abwasser und Oberflächenwasser erfolgt der Nachweis der Legionellen (*Legionella* spp.) grundsätzlich unter Verwendung der DIN EN ISO 11731:2019-03 durch Kultivierung auf hoch-selektiven GVPC-Nährmedienplatten. Für die Auswahl einer geeigneten Kombination aus Probenvorbehandlung und Ansatzverfahren müssen sowohl die zu erwartende Menge an Begleitflora und die zu erwartende Konzentration an Legionellen als auch die gewünschte Nachweisgrenze berücksichtigt werden. Dabei kann die Analytik sowohl das Oberflächenverfahren (direktes Ausplattieren) als auch das Membranfiltrationsverfahren umfassen, wobei unterschiedliche Vorbehandlungen einzeln und in Kombination zur Anwendung kommen können. Im weiteren Text wird die Kombination aus Verfahren und Vorbehandlung als „Ansatz“ bezeichnet.

Bei Proben mit sehr hoher Menge an Begleitflora oder mit zu erwartender hoher Legionellenkonzentration, bei denen die Membranfiltrationsansätze keine auswertbaren Ergebnisse erwarten lassen, kann auf das Membranfiltrationsverfahren verzichtet werden. Vor Beginn der Analytik erfolgt in Abhängigkeit von der zu erwartenden Menge an Begleitflora eine Einstufung der Probe in Matrix B oder Matrix C.

Der jeweiligen Matrix sind in Tabelle 1 verschiedene Ansätze mit Angabe der zu verwendenden Untersuchungsvolumina zugeordnet.

Tabelle 1: Ansätze nach Matrix

Ansatz			Matrix B	Matrix C
			z. B. Oberflächenwasser	z. B. Abwasser**
			Hohe Begleitflora	Sehr hohe Begleitflora
Verfahren	Vorbehandlung	Ansatz	Plattenanzahl x Volumen	Plattenanzahl x Volumen
Membranfiltrationsverfahren mit Auflegen des Membranfilters	Wärme	E1.2.2	1 x 20 ml	-
	Säure	E1.3.2	1 x 20 ml	-
Oberflächenverfahren (direktes Ausplattieren)	Ohne	E1.1	1 x 0,1 ml	-
	Wärme	E1.2.1	2 x 0,5 ml 1 x 0,1 ml	2 x 0,5 ml 2 x 0,1 ml 2 x 0,1 ml 1:10 verdünnt 2 x 0,1 ml 1:100 verdünnt 2 x 0,1 ml 1:1000 verdünnt
	Säure*	E1.3.1	2 x 0,5 ml	2 x 0,5 ml 2 x 0,1 ml 2 x 0,1 ml 1:10 verdünnt 2 x 0,1 ml 1:100 verdünnt
	Wärme und Säure*	E1.4	-	2 x 0,1 ml 1:10 verdünnt 2 x 0,1 ml 1:100 verdünnt

* Bei der Ergebnisberechnung ist die Verdünnung durch die Säurebehandlung mit einzuberechnen.

** Der Kläranlagenablauf kann im Einzelfall auch der Matrix B zugeordnet werden.

Kursiv und **fett** geschriebene Ansätze sind zusätzlich zur DIN EN ISO 11731:2019-03 Anhang J durchzuführen.

Im Oberflächenverfahren kann statt 0,1 ml Untersuchungsvolumen auch ein größeres Volumen bis 0,5 ml ausplattiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das ausplattierte Volumen einen Einfluss auf die Messunsicherheit haben kann. Sollten andere als die in der Tabelle genannten Volumina ausplattiert werden, ist sicherzustellen, dass die in der Tabelle genannten Verdünnungsbereiche abgedeckt sind. Liegen Erfahrungswerte (Datenhistorie über festgestellte Menge an Begleitflora und Legionellenkonzentration) zu einer Probenahmestelle vor, kann der Untersuchungsaufwand angepasst werden.

Dem Anhang 2 sind zwei vereinfachte Fließschemata zum Arbeitsablauf für in Matrix B und für in Matrix C eingestufte Proben zu entnehmen.

E.1 Probenvorbereitung und Probenansatz

Der Begriff „Ansatz“ wird in diesem Text als die Kombination einer Vorbehandlung (ohne, Wärme, Säure, Wärme und Säure) und eines Verfahrens (Membranfiltrationsverfahren, Oberflächenverfahren) definiert.

Das Probengefäß wird vor jeder Entnahme einer Teilprobe mit der Hand gut geschüttelt. Für die Wärmebehandlung wird eine Teilprobe mit definiertem und möglichst geringem Volumen direkt nach dem Schütteln entnommen und in ein steriles Gefäß überführt. Im Falle von sehr schnell sedimentierenden Inhaltsstoffen wird die Probe mit Hilfe eines sterilen Rührfisches bis zur sichtbar guten Durchmischung, aber mindestens 2 Minuten, durchmischt. Teilproben werden bei eingeschaltetem Rührwerk entnommen.

Verdünnungen erfolgen dezimal erst nach Vorbehandlung(en) der Teilproben in einer sterilen Verdünnungslösung gemäß DIN EN ISO 11731:2019-03, Anhang C. Bei der Säurebehandlung ist zu beachten, dass auch die Verdünnungen der Teilprobe innerhalb der Inkubationszeit von $(5 \pm 0,5)$ Minuten im Oberflächenverfahren ausplattiert werden müssen.

E.1.1 Unbehandelte Probe

Es wird eine Teilprobe aus der unbehandelten Originalprobe entnommen und für das Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E1.1) verwendet.

E.1.2 Wärmebehandlung

Für die Wärmebehandlung wird ein Teilvolumen der Probe von maximal 25 ml für (30 ± 2) Minuten bei (50 ± 1) °C im Wasserbad behandelt. Die Überprüfung der Wassertemperatur erfolgt in einem baugleichen Referenzgefäß mit dem gleichen Wasservolumen und der gleichen Ausgangswassertemperatur wie der Probe. Die Einwirkzeit startet erst dann, wenn die genannte Wassertemperatur im Referenzgefäß erreicht ist. Die Teilprobe wird anschließend sowohl für das Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E1.2.1) als auch für das Membranfiltrationsverfahren (Tabelle 1, Ansatz E1.2.2) verwendet.

E.1.3 Säurebehandlung

Für die Säurebehandlung beim Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E1.3.1) wird ein Teilvolumen der Probe 1:10 mit Säurelösung (d. h. 1 Teil Probe und 9 Teile Säurelösung werden gemischt) verdünnt und für $(5 \pm 0,5)$ Minuten behandelt. Die Säurebehandlung beim Membranfiltrationsverfahren (Tabelle 1, Ansatz E1.3.2) wird direkt nach dem Filtrieren der Probe im Filtrationsbehälter durchgeführt. Die Behandlung erfolgt für $(5 \pm 0,5)$ Minuten mit nachfolgendem Waschen des Membranfilters mit einer in der DIN EN ISO 11731:2019-03, Anhang C genannten Verdünnungslösung.

E.1.4 Kombination aus Wärme- und Säurebehandlung

Für die kombinierte Wärme- und Säurebehandlung erfolgt zuerst die Wärmebehandlung und nach dem Abkühlen der Teilprobe auf Raumtemperatur die Säurebehandlung. Die Teilprobe wird anschließend nur für das Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E1.4) verwendet.

E.2 Bebrütung und Untersuchung der Platten

Die Platten werden bei $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$ für 7 bis 10 Tage z. B. in geschlossenen Behältnissen, die das Austrocknen der Nährmedienplatten minimieren sollen, inkubiert. In dieser Zeit werden die Platten zweimal auf Wachstum legionellenverdächtiger Kolonien sowie halbquantitativ auf das Vorkommen von Begleitflora untersucht. Die erste Untersuchung, d. h. quantitative Zwischenablesung einschließlich der Bestätigung verdächtiger *Legionella*-Kolonien auf cysteinhaltigen (BCYE-Agar) und cysteinfreien Nährmedienplatten (z. B. Trypton-Soja-Agar, TSA), erfolgt nach einer Inkubation der Platten von 3 bis 5 Tagen, die abschließende Untersuchung erfolgt am Ende der Inkubationszeit.

Aufgrund der bei Umweltproben zu erwartenden hohen bis sehr hohen Menge an Begleitflora muss nach 3 bis 5 Tagen eine quantitative Zwischenablesung einschließlich der Bestätigung der legionellenverdächtigen Kolonien durchgeführt werden. Eine für die Bestätigung ausreichende Koloniegröße ist frühestens nach 3 Tagen Inkubation zu erwarten. Nur eine Inaugenscheinnahme der Platten ist nicht ausreichend. Sollten bei der Ergebnisberechnung Legionellenkolonien aus Zwischenablesungen auf Platten einbezogen werden, die bei der abschließenden Untersuchung am Ende der Inkubationszeit nicht auswertbar sind, ist dies im Prüfbericht zu kommentieren. In solchen Fällen liegt die Besorgnis von Minderbefunden vor.

E.3 Bestätigung verdächtiger Legionellenkolonien

Von den verdächtigen Kolonien werden mindestens drei Kolonien pro Ansatz auf cysteinhaltige (BCYE-Agar) und cysteinfreie Nährmedienplatten (z. B. TSA) als Ausstrich einer Einzelkolonie überimpft. Hierbei ist zu beachten, dass jeweils zuerst auf die cysteinfreie Nährmedienplatte überimpft (oder die Impföse gewechselt) wird; ansonsten ist die Gefahr für Minderbefunde gegeben. Sind verschiedene, verdächtige Kolonietypen sichtbar, so werden

von mindestens zwei Kolonien pro Kolonietyp und Ansatz Subkulturen angelegt, um die Wahrscheinlichkeit für falsch-negative Befunde zu minimieren. Die morphologische Ähnlichkeit einiger Kolonien von Nichtzielorganismen und von Legionellen kann deutlich ausgeprägt sein. Alle charakteristischen Kolonien, die nach 2 bis 5 Tagen Inkubation auf BCYE-Nährmedienplatten wachsen und auf cysteinfreien Nährmedienplatten (z. B. TSA) kein Wachstum zeigen, sind als *Legionella* spp. bestätigt und werden gezählt.

Anmerkung zu Alternativverfahren:

Alternative Verfahren zur Bestätigung von Isolaten (Kolonien) als *Legionella*-Spezies können, sofern deren Eignung bestätigt wurde, eingesetzt werden.

E.4 Berücksichtigung der Begleitflora

Die Vermehrung von Legionellen auf GVPC-Nährmedienplatten kann durch Begleitflora beeinträchtigt oder sogar vollständig gehemmt werden. Daher ist es wichtig, für die Auswertung solche Nährmedienplatten heranzuziehen, die keine oder möglichst wenig Begleitflora aufweisen. Das Risiko von Minderbefunden steigt mit der Menge an Begleitflora. Insbesondere Schimmelpilze, schwärmende Bakterien und einige Bakterienarten (z. B. *Pseudomonas aeruginosa*) können bereits bei wenigen Kolonien pro Nährmedienplatte den Nachweis von Legionellen stark beeinträchtigen. Der mögliche Einfluss solcher Kolonien oder hoher Menge an Begleitflora muss bei der Ergebnisangabe im Prüfbericht folgendermaßen vermerkt werden:

Bei dem Ergebnis liegt wegen des Auftretens von

- hoher Menge an Begleitflora
- Schimmelpilzen
- schwärmenden Bakterien
- schnell wachsenden Bakterienkolonien

das Risiko von Minderbefunden vor.

E.5 Berechnung des Ergebnisses

Die Rohdaten sind vor Berechnung auf Plausibilität zu prüfen, da aufgrund der Begleitflora z. B. weniger Legionellen im unverdünnten als im verdünnten Probenansatz nachweisbar sein können. Ebenso kann eine signifikante Abweichung der Anzahl an Legionellenkolonien auf zwei Nährmedienplatten derselben Verdünnungsstufe vorliegen. In derartigen Fällen muss vor der Berechnung eine fachliche Einzelfallprüfung der eingehenden Volumina und Anzahl der Legionellenkolonien erfolgen.

Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 11731:2019-03 und ISO 8199. Dabei ist die obere Auszählgrenze für Legionellen von 80 Kolonien pro Membranfilter und 150 Kolonien pro Nährmedienplatte im Oberflächenverfahren zu beachten. Sollte die Anzahl der Kolonien pro Membranfilter oder pro Nährmedienplatte im Oberflächenverfahren über diesen Werten liegen, wird der Zählwert aus einem geringeren Probenvolumen der Originalprobe oder aus

Nährmedienplatten jeweils über der Auszählgrenze liegt, ist das Ergebnis mit „größer als“ anzugeben.

Nährmedienplatten, die aufgrund der Begleitflora nicht auf Legionellen hin ausgewertet werden können, dürfen nicht in die Berechnung einbezogen werden und gelten als nicht auswertbar.

Das Ergebnis wird ausgehend von allen auswertbaren Nährmedienplatte/n eines Ansatzes ermittelt. Sind Nährmedienplatten verschiedener Volumina bzw. Verdünnungen innerhalb eines Ansatzes auswertbar, wird aus diesen das gewichtete Mittel berechnet. Bei unterschiedlichen Ansätzen handelt es sich nicht um Wiederholungen, sie dürfen daher nicht miteinander verrechnet werden.

Unberücksichtigt bleiben die Nährmedienplatten unterhalb einer Verdünnungsstufe die noch zählbare Legionellenkolonien enthält; in Tabelle 2 sind dazu Beispiele aufgeführt, bei denen die grau hinterlegten KBE pro Nährmedienplatte in die Berechnung des Ergebnisses eingehen.

Tabelle 2: Berechnungsbeispiele für Matrix C mit ergebnisrelevantem Ansatz E 1.2.1 nach Tabelle 1 (Oberflächenverfahren nach Wärmebehandlung)

Probe	Ausplattiertes Volumen	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
<i>Legionella</i> spp. (KBE) pro Nährmedienplatte					
Unverdünnt	0,5 ml / 0,5 ml	>150 / >150	25 / 28	n.a. / n.a.*	n.a. / n.a.*
Unverdünnt	0,1 ml / 0,1 ml	50 / 60	3 / 4	4 / 2	n.a. / n.a.*
1:10 verdünnt	0,1 ml / 0,1 ml	6 / 2	1 / 2	1 / 1	0 / 0
1:100 verdünnt	0,1 ml / 0,1 ml	1 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 1
1:1000 verdünnt	0,1 ml / 0,1 ml	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Ergebnisrelevante koloniebildende Einheiten (KBE)		119	63	8	1
Ergebnisrelevantes Untersuchungsvolumen (ml)		0,222	1,22	0,22	0,022
<i>Legionella</i> spp. (KBE/100ml)		54.000	5.200	3.600	4.500
Messunsicherheit		gering	gering	erhöht	sehr hoch

* nicht auswertbar (n.a.), z.B. aufgrund störender Begleitflora

Bei dem Ansatz mit der höchsten Legionellenkonzentration (KBE/100 ml) bei geringster Messunsicherheit (E.6) handelt es sich um den ergebnisrelevanten Ansatz. D. h. es werden gegenüber Ansätzen mit sehr hoher Messunsicherheit Ansätze bevorzugt, die nur eine erhöhte Messunsicherheit und möglichst wenig Begleitflora (siehe E.4) aufweisen, gegebenenfalls auch dann, wenn auf diese Weise ein niedrigeres Ergebnis errechnet wird. Dies gilt in entsprechender Weise für Ansätze mit geringer Messunsicherheit, die gegenüber Ansätzen mit erhöhter Messunsicherheit bevorzugt werden.

Das Volumen der Originalprobe im Ansatz findet bei der Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes nur dann Beachtung, wenn ausschließlich Ansätze mit einer sehr hohen Messunsicherheit vorliegen oder in allen auswertbaren Ansätzen keine Legionellen nachgewiesen werden konnten. In diesen Fällen ist der Ansatz ergebnisrelevant bei dem das größte Volumen der Originalprobe auswertbar ist.

Das Ergebnis wird auf zwei signifikante Stellen gerundet im Prüfbericht angegeben. Falls die dritte Stelle kleiner als 5 ist, wird die vorhergehende Stelle nicht verändern; falls die dritte Stelle größer oder gleich 5 ist, wird die vorhergehende Stelle um eine Einheit erhöht.

E.6 Betrachtung der Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird nach Tabelle 3 ausgehend von der Anzahl der Legionellenkolonien in der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe je Ansatz ermittelt. Ergebnisse mit geringer Messunsicherheit können nur für solche Ansätze angegeben werden, bei denen zehn oder mehr Kolonien pro Nährmedienplatte/n vorhanden sind. Ab drei Kolonien pro Nährmedienplatte/n können semiquantitative Ergebnisse bzw. Ergebnisse mit erhöhter Messunsicherheit angegeben werden. Unter drei Kolonien pro Nährmedienplatte/n werden Ergebnisse mit einer sehr hohen Messunsicherheit ermittelt, die einen qualitativen Aussagecharakter haben. Die erhöhte bzw. sehr hohe Messunsicherheit muss bei solchen Ergebnissen im Prüfbericht vermerkt werden.

Tabelle 3: Messunsicherheit in Anlehnung an ISO 8199

Anzahl der Legionellenkolonien pro Verdünnungsstufe und Ansatz	Messunsicherheit
1 bis 2	sehr hoch
3 bis 9	erhöht
10 bis zur oberen Auszählgrenze	gering

E.7 Angaben im Prüfbericht

Folgende Angaben muss der Prüfbericht enthalten:

- *Legionella* spp. als KBE/100 ml
- Die Anzahl ergebnisrelevanter Legionellen-Kolonien
- Das ergebnisrelevante Volumen
- Vermerk des ergebnisrelevanten Ansatzes
- Vermerk über mögliche Minderbefunde aufgrund ergebnisrelevanter Begleitflora

Falls das Vorhandensein von Legionellen ausgeschlossen werden kann, wird das Ergebnis als kleiner Nachweisgrenze in KBE/100 ml angegeben. Die Nachweisgrenze variiert und berechnet sich aus 1 geteilt durch das höchste auswertbare Probenvolumen des ergebnisrelevanten Ansatzes. Der Wert wird hochgerechnet auf KBE/100 ml (z. B. 2 x 0,5 ml Oberflächenverfahren nach Wärmebehandlung; < 100 KBE/100ml).

Bei einzelnen (1 bis 2) Legionellenkolonien im ergebnisrelevanten Ansatz (sehr hohe Messunsicherheit) wird das berechnete Ergebnis mit folgendem Vermerk angegeben:

Es wurden nur vereinzelt Legionellenkolonien nachgewiesen, daher liegt bei dem Ergebnis eine **sehr hohe** Messunsicherheit vor.

Bei wenigen (3 bis 9) Legionellenkolonien im ergebnisrelevanten Ansatz (erhöhte Messunsicherheit) wird das berechnete Ergebnis mit folgendem Vermerk angegeben:

Es wurden nur wenige Legionellenkolonien nachgewiesen, daher liegt bei dem Ergebnis eine **erhöhte** Messunsicherheit vor.

Werden bei der Ergebnisberechnung Legionellenkolonien aus Zwischenablesungen auf Nährmedienplatten, die zum Ende der Inkubationszeit nicht mehr auswertbar sind, einbezogen, ist dies mit folgendem Vermerk anzugeben:

Der Probenansatz war zum Ende der Inkubationszeit nicht auswertbar. Das Ergebnis wurde aus der Zwischenablesung berechnet. Minderbefunde sind nicht auszuschließen.

Wenn keiner der Ansätze ausgewertet werden kann (z. B. durch erhöhte Begleitflora), wird das Ergebnis als „nicht auswertbar“ angegeben. In diesem Fall ist die Ergebnisangabe „nicht nachweisbar“ oder „0“ falsch.

E.8 Serotypisierung von Legionellenisolaten

Bei nachgewiesenen Legionellenkonzentrationen von ≥ 1.000 KBE/100 ml in Abwässern und Oberflächenwässern muss eine Serotypisierung erfolgen. Die Serotypisierung wird von mindestens drei Kolonien eines Kolonietyps oder von jeweils mindestens zwei Kolonien mehrerer Kolonietypen durchgeführt, wobei die Serotypisierung jeweils für jede Kolonie einzeln erfolgen muss. Das Ergebnis der Serotypisierung wird wie folgt qualitativ angegeben:

- *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (*L. pneumophila* Sg 1)
- *Legionella pneumophila* Serogruppen 2-14 (*L. pneumophila* Sg 2-14)
- *Legionella non-pneumophila* (*L. non-pneumophila*)
- *Legionella species pluralis* (*Legionella* spp.) keine Testreaktion

F Nachproben bei nicht auswertbaren Ansätzen

Ist bei dem beschriebenen Verfahren keiner der Ansätze auswertbar, muss zeitnah eine Nachprobe entnommen werden. Um die Wahrscheinlichkeit eines auswertbaren Ergebnisses bei der Nachprobe zu erhöhen, werden bei der Nachprobe diejenigen Ansätze einbezogen und erweitert (z. B. durch Verwendung weiterer Verdünnungen), die aus der Erfahrung mit der Erstprobe am ehesten ein Ergebnis erwarten lassen. Bei Proben, die der Matrix B zugeordnet werden, kann zusätzlich die kombinierte Wärme- und Säurebehandlung beim Oberflächenverfahren zur Anwendung kommen.

G Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner

Analytik

Fachbereich 64

Labor Oberflächenwasser/Grundwasser

Frau Dr. Susanne Grobe, Herr Dipl.-Biol. Bernd Schwanke

susanne.grobe@lanuv.nrw.de

bernd.schwanke@lanuv.nrw.de

Bewertung

Fachbereich 57

Kommunales und industrielles Abwasser

Frau Dr. Barbara Dericks

barbara.dericks@lanuv.nrw.de

Probenahme

Fachbereich 63

Probenahmemanagement

Herr Dipl.-Ing. Klaus Selent

klaus.selent@lanuv.nrw.de

Ringversuch

Fachbereich 61

Grundsatzfragen, Qualitätskontrolle und technische Vollzugsunterstützung der

Emissionsüberwachung; Notifizierung

Frau Dipl.-Ing. Sibylle Fütterer

sibylle.fuetterer@lanuv.nrw.de

H Literatur

- Auswertung Ringversuch *Legionella* spp. in Abwasser, LANUV, Juni 2017, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/analytik/trinkw_rv/pdf/Auswertung-Ringversuch-Legionella_spp_in_Abwasser2017.pdf
- Bericht der Expertenkommission Legionellen im Auftrag des MKULNV, Stand 22.05.2015, https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/legionellen_expertenkommission.pdf
- DIN EN ISO 5667-1:2007-04, Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken, Beuth Verlag
- DIN EN ISO 5667-3:2019-07, Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben, Beuth Verlag
- DIN EN ISO 5667-6:2016-12, Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 6: Anleitung zur Probenahme aus Fließgewässern, Beuth Verlag
- ISO 8199:2018-10, Water quality — General requirements and guidance for microbiological examinations by culture, Beuth Verlag
- DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, Beuth Verlag
- DIN EN ISO 11731:2019-03, Wasserbeschaffenheit - Zählung von Legionellen, Beuth Verlag
- DIN EN ISO 19458:2006-12, Wasserbeschaffenheit - Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen, Beuth Verlag
- DIN 38402-11:2009-02, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Teil 11: Probenahme von Abwasser (A 11), Beuth Verlag
- Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern, Umweltbundesamt, Stand 02.06.2017
- Landeswassergesetz (LWG), Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995
- Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung, AbwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. August 2018 (BGBl. I S. 1327)

Anhang

Anhang I

Tabelle 4: Randbedingungen und Inhalte von Probenahmeschulungen zum Nachweis der Qualifizierung nach dieser Empfehlung

Thema	Empfohlene Dauer [min]
Regelwerke - Gesetzliche Vorgaben - Probenahmenormen	30
Probenahme von Abwasser und aus Oberflächengewässern - Planung, Vorbereitung und Durchführung der Probenahme	45
Probenvorbehandlung - Homogenisierung, Probenteilung, Beschriftung der Probenbehälter, Probentransport und Lagerung	30
Grundlagen der Mikrobiologie - Allgemeine mikrobiologische Grundlagen - Merkmale, Vorkommen und Übertragungswege von Legionellen	45
Mikrobiologische Probenahme nach DIN EN ISO 19458 - Probenahmegeräte, -behälter - Durchführung der sterilen Probenahme aus Entnahmearmatur analog DIN EN ISO 19458 Zweck a, Dauerläufer und als Schöpfprobenahme	60
Vor-Ort-Messungen - pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, freies Chlor	30
Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen - Grundlagen - Qualitätssichernde Maßnahmen - Qualitätskontrollmaßnahmen	45
Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheit - Grundlagen - Persönliche Arbeits- Schutzausstattung, - Gefährdungsanalysen der Probenahmestellen und der Probenahmedurchführung	30
Praktischer Teil mit Übungen, Probenahme, Vor-Ort-Parametern - Mikrobiologische Probenahme aus Entnahmearmatur analog DIN EN ISO 19458 Zweck a, Dauerläufer und als Schöpfprobenahme - Physikalische und chemische Vor-Ort-Messungen	2 x 45

Anforderungen an die Schulungsanbieter

Referenten müssen über einschlägige fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Probenahme für chemisch-physikalische und mikrobiologische Untersuchungen verfügen. Als Nachweis der erforderlichen Qualifikation von Referenten gelten:

Probenahme

- Nachweis eines abgeschlossenen einschlägigen technischen oder naturwissenschaftlichen Studiums oder einer einschlägigen Prüfung zum staatlich geprüften Techniker
- mindestens fünfjährige Berufserfahrung innerhalb der letzten zehn Jahre im Bereich der Probenahmen und Vor-Ort-Untersuchungen von Abwasser bzw. Oberflächenwasser

Hygiene/Mikrobiologie

- Nachweis eines naturwissenschaftlichen oder medizinischen Studiums oder vergleichbare Qualifikation
- vertiefte Kenntnisse über Mikrobiologie und Hygiene im einschlägigen technischen Bereich
- mindestens fünfjährige Berufserfahrung innerhalb der letzten zehn Jahre im Bereich Wasserhygiene (Mikrobiologie)

Der Nachweis der erforderlichen Sachkunde kann mit folgenden Unterlagen geführt werden:

- Zeugnisse
- Arbeitszeugnisse und Beschäftigungsnachweise

Anhang II

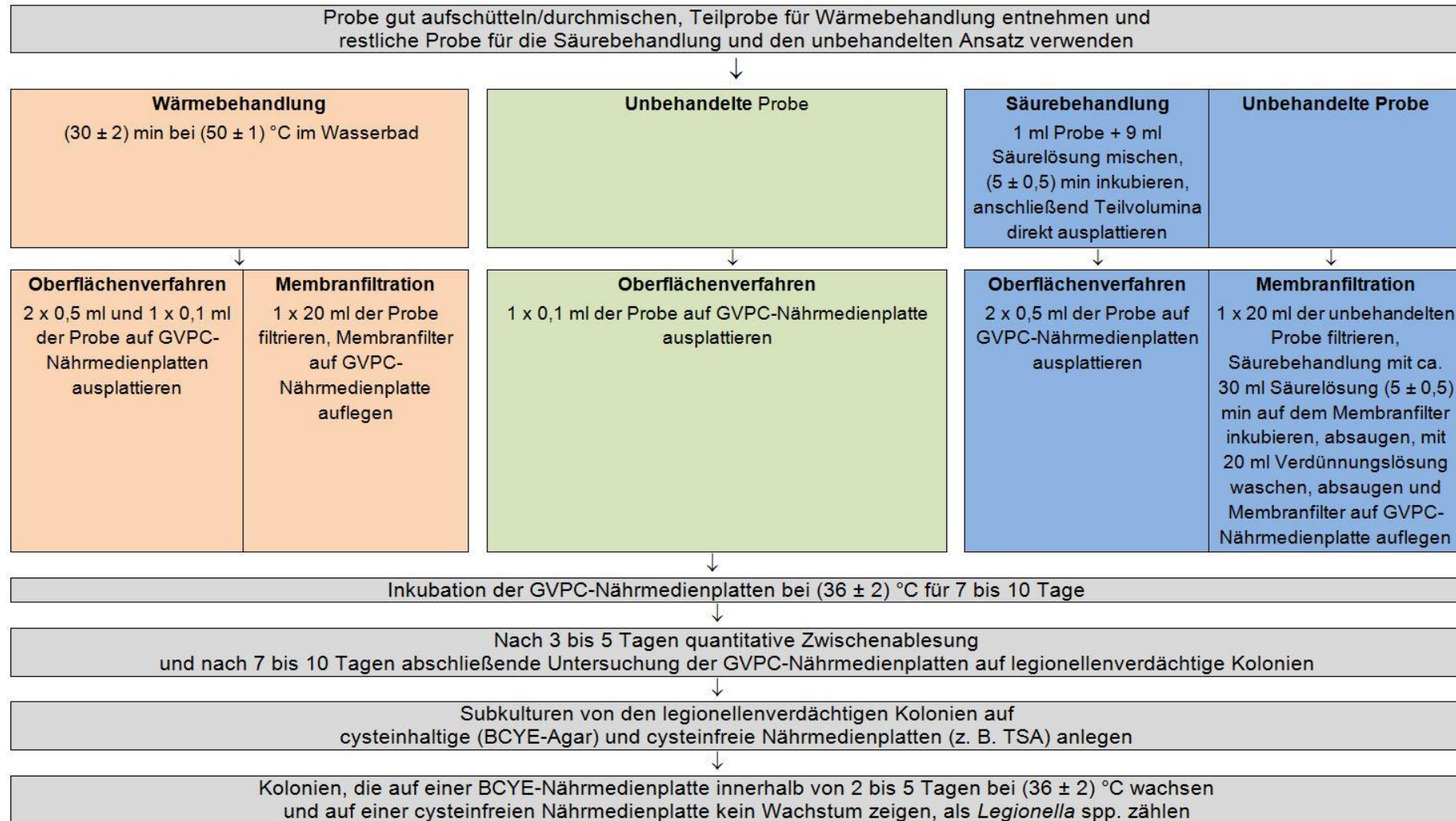


Abbildung 2: Arbeitsablauf für Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)

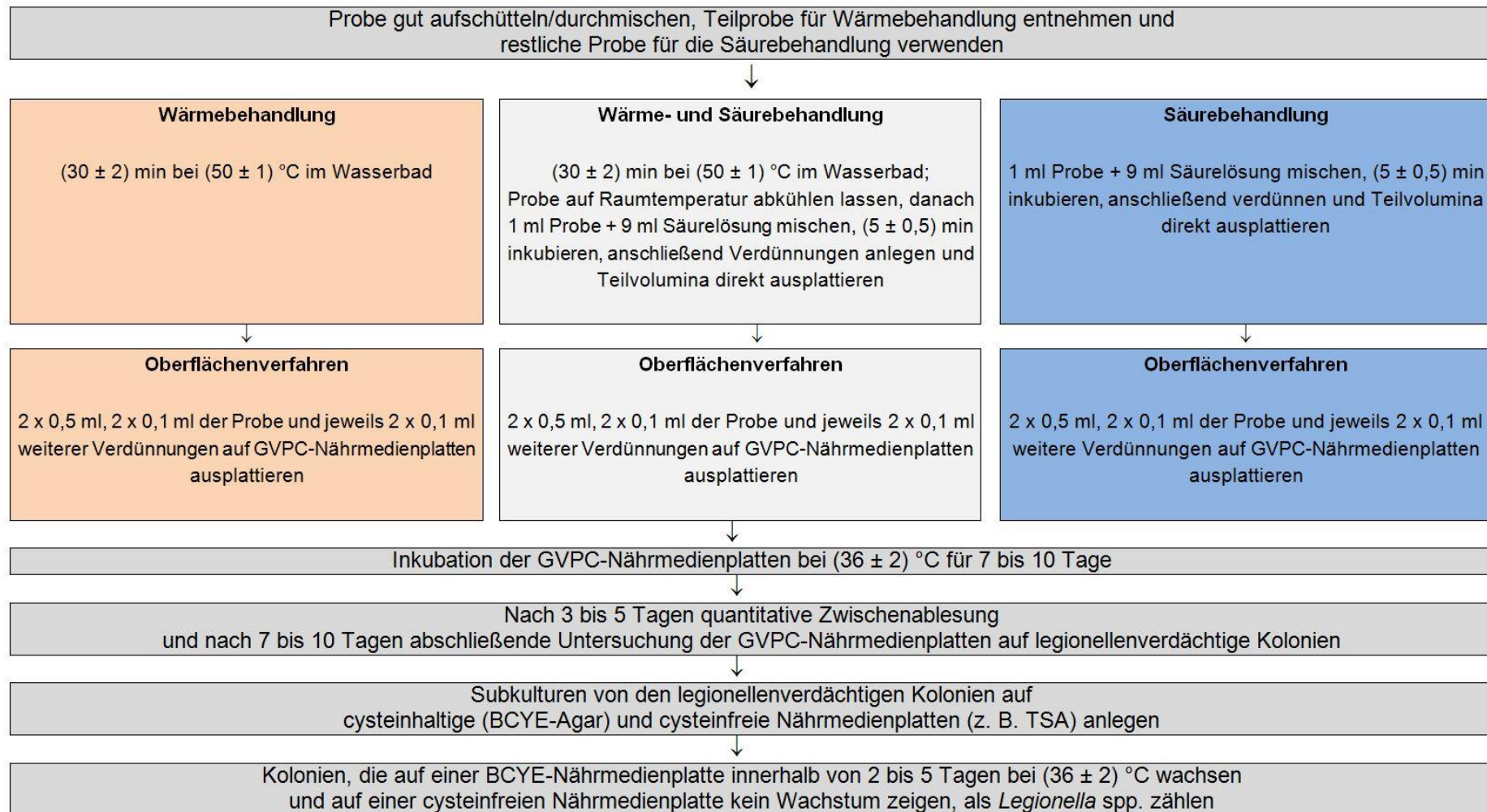


Abbildung 3: Arbeitsablauf für Matrix C (z. B. Abwasser)

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de