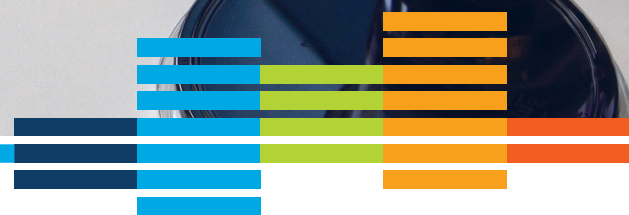


# LEGIONELLEN IN ABWASSER UND OBERFLÄCHENWASSER

Empfehlung zur Probenahme und zur  
Bestimmung

LANUK-Arbeitsblatt 44 – Stand Januar 2026





## Inhaltsverzeichnis

A	Einleitung .....	4
B	Anforderungen an das Prüflaboratorium .....	6
C	Anforderungen an die Probenahme .....	7
C.1	Probenahmeplanung .....	7
C.2	Probenahmestelle .....	8
C.3	Probenahmeausrüstung .....	8
C.4	Probenahme von Abwasser .....	9
C.5	Probenahme von Oberflächenwasser .....	11
C.6	Probenahmeprotokoll .....	11
D	Transport und Lagerung der Wasserprobe .....	13
E	Bestimmung von Legionellen mittels Kulturverfahren .....	14
E.1	Probenvorbereitung und Probenansatz .....	16
E.2	Kultivierung und Zählung .....	17
E.3	Bestätigung verdächtiger <i>Legionella</i> -Kolonien .....	18
E.4	Ermittlung des Ergebnisses .....	18
E.5	Angaben im Prüfbericht .....	22
E.6	Differenzierung von <i>Legionella</i> -Isolaten .....	22
F	Nachprobe beim Ergebnis „nicht auswertbar“ .....	23
G	Ansprechpersonen .....	24
H	Literatur .....	25
Anhang 1	Fließschemata zum Arbeitsablauf .....	26
Anhang 2	Prüfberichtsvorlage mit Mindestinhalten .....	28
Anhang 3	Randbedingungen und Inhalte von Schulungen für die Probenahme .....	30
Anhang 4	Beispiele zur Ermittlung eines Ergebnisses .....	32

Diese Empfehlung ersetzt die vorherige Ausgabe aus dem Jahr 2019.

## A Einleitung

Anlass für das LANUV<sup>1</sup> Untersuchungen zum Vorkommen von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser in 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 *Legionella*-Stamm wurde in zwei, mehrere Kilometer voneinander entfernt liegenden Verdunstungskühlanlagen nachgewiesen. Die tatsächliche Quelle für die Erkrankungen konnte im Nachhinein nicht eindeutig identifiziert werden. Eine Besonderheit bei diesem Ausbruch war, dass auch im Abwasser und im Fließgewässer, in das das gereinigte Abwasser eingeleitet wurde, sehr hohe Legionellen-Konzentrationen festgestellt wurden. Das mit Legionellen belastete Wasser aus dem Fließgewässer war ohne Aufbereitung als Nutzwasser in technischen Anlagen, welche Aerosole freisetzen, verwendet worden. In Deutschland war ein solcher Fall bis dahin noch nicht beschrieben worden und die Relevanz von Abwasser als derartige Kontaminationsquelle somit neu.

Basierend auf Erkenntnissen aus den anschließenden Sonderüberprüfungen von Abwasserbehandlungsanlagen in NRW und weiteren Untersuchungsprogrammen des LANUV im Bereich Abwasser sowie den Empfehlungen der Expertenkommission Legionellen<sup>2</sup> wurde der Erlass „Selbstüberwachung Legionellen“ vom Umweltministerium NRW erarbeitet. Mit dem Erlass, vom 06. September 2016, wurde in NRW eine Verpflichtung zur Selbstüberwachung von Abwasserdirekteinleitungen, mit relevantem Abwasser für die Vermehrung von Legionellen, eingeführt.

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

Betriebliches Abwasser von Gewerbe- und Industriebetrieben wird entweder zur Mitbehandlung einer kommunalen Kläranlage zugeleitet (Indirekteinleitung) oder auf einem Betriebsgelände in einer eigenen Abwasserbehandlungsanlage abschließend behandelt und anschließend direkt einem Gewässer zugeführt (Direkteinleitung). Wird Abwasser direkt in ein Gewässer eingeleitet, bedarf es hierzu einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Indirekteinleitungen bedürfen einer Genehmigung durch die zuständige Behörde, 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 gewerbliche oder industrielle Abwasser angesehen, das regelmäßig Temperaturen von  $\geq 23\text{ °C}$  aufweist und in dem für die Legionellen verwertbare Substrate vorliegen.

---

<sup>1</sup> Der rechtliche Nachfolger des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) ist seit dem 01.04.2025 das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK)

<sup>2</sup> Abschlussbericht der Expertenkommission Legionellen verfügbar unter <https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/abwasser/wasserbuertige-krankheitserreger/legionellen>

Nach den Empfehlungen der Expertenkommission Legionellen sollte das geklärte Abwasser (Kläranlagenablauf) aus solchen Anlagen (Betriebskläranlagen und kommunale Kläranlagen), die derartige Abwässer behandeln, auf das Vorkommen von Legionellen untersucht werden. Werden in einer Wasserprobe vom Kläranlagenablauf erhöhte ( $\geq 1.000$  KBE/100 ml) oder stark erhöhte ( $\geq 10.000$  KBE/100 ml) Konzentrationen an Legionellen festgestellt, werden weitergehende Untersuchungen einerseits der einzelnen Aufbereitungsstufen innerhalb der Abwasserbehandlungsanlage sowie der Zuflüsse zu dieser Anlage und andererseits die Einleitung von Maßnahmen zur Minderung der Konzentration empfohlen. Außerdem sollte eine Überprüfung der Konzentration an Legionellen an mehreren Stellen im Gewässer, insbesondere oberhalb und unterhalb der Einleitungsstelle der betreffenden Anlage stattfinden, um eine Risikoabschätzung hinsichtlich der Verwendung des Wassers für Zwecke mit Aerosolbildung, wie z. B. Feldbewässerung, durchführen und Maßnahmen (ggf. Entnahmeverbote) ableiten zu können.

Die im Rahmen der Sonderüberprüfungen und der Untersuchungsprogramme des LANUV im Bereich Abwasser sowie der seit 2017 durchgeführten Ringversuche („Legionellen in Abwasser“<sup>3</sup>) gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass die Bestimmung von Legionellen in mikrobiell stark oder extrem stark belasteten Wässern Herausforderungen an die kulturelle Analytik stellt. Eine Standardisierung des Vorgehens bei der Probenahme und der Bestimmung von Legionellen ist notwendig, um eine gesicherte Qualität der Ergebnisse sowie vergleichbare Ergebnisse zwischen verschiedenen Prüflaboratorien zu gewährleisten.

Zur Harmonisierung der kulturellen Analytik zur Bestimmung der Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser werden seitens des LANUK nachfolgende Empfehlungen gegeben. Diese dienen dem Ziel eines einheitlichen Vorgehens bei der Probenahme, bei Transport und Lagerung der Wasserprobe sowie bei der Bestimmung von Legionellen mit den kulturellen Ansätzen, deren Auswertung, der Berechnung des Ergebnisses und den Angaben im Prüfbericht.

In den Anwendungsbereich der Empfehlung fallen dabei sämtliche Abwässer und andere wässrige Proben aus dem Bereich Abwasserableitung und Abwasserbehandlung. Dazu zählen sowohl Wasserproben von Indirekteinleitern sowie aus Zu- und Abläufen von Abwasserbehandlungsanlagen und deren Aufbereitungsstufen als auch Abwasser aus Kühlwasserkreisläufen<sup>4</sup>. Des Weiteren gilt diese Empfehlung für Oberflächenwasser aus fließenden und stehenden Gewässern.

---

<sup>3</sup> <https://www.lanuk.nrw.de/service/fachbezogene-services/ringversuche/umweltanalytische-ringversuche/auswertungen-der-ringversuche>

<sup>4</sup> Bemerkung: Für Nutzwasser aus Verdunstungskühlanlagen und Kühltürmen bzw. aus Nassabscheidern gilt hingegen die Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen.

## **B Anforderungen an das Prüflaboratorium**

Für die Bestimmung von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser sollte ein Prüflaboratorium beauftragt werden, dass für die Bestimmung von Legionellen in diesen Wässern nach DIN EN ISO 11731:2019-03 sowie für die Probenahme nach DIN EN ISO 19458:2006-12 gemäß der DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 akkreditiert ist. Das Prüflaboratorium ist dabei verantwortlich, dass von der Probenahme über die Analytik bis zum Prüfbericht alle rechtlichen und normativen Anforderungen erfüllt sind.

Da bei Oberflächenwasser und auch insbesondere bei Abwasser in der Regel mit einem hohen bis sehr hohen Anteil interferierender Mikroorganismen (Nicht-Zielorganismen) zu rechnen ist, muss das Prüflaboratorium Erfahrung mit derartigen Wasserproben nachweisen können. Das Prüflaboratorium muss regelmäßig (in der Regel alle zwei Jahre) an nach DIN EN ISO 17043:2023-10 akkreditierten Eignungsprüfungen zur Bestimmung von Legionellen in mikrobiell belasteten Wässern (entsprechend DIN EN ISO 11731:2019-03; Anhang J, Matrix B oder Matrix C) erfolgreich teilnehmen.

Die probenehmende Person muss nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 in das Qualitätsmanagementsystem des Prüflaboratoriums eingebunden sein. Sie müssen Kenntnisse sowohl hinsichtlich der Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen nach DIN EN ISO 19458:2006-12 als auch hinsichtlich der spezifischen Anforderungen bei der Probenahme von Abwasser und Oberflächenwasser verfügen. Diese Qualifikation ist durch Teilnahme an geeigneten Schulungen zu erwerben und nachzuweisen. Die Eignungskriterien derartiger Schulungen werden durch die im Anhang gelisteten Randbedingungen und Inhalte definiert (Anhang 3).



## 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 Bestimmung von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser sind die Vorgaben der Normen DIN EN ISO 19458:2006-12, DIN EN ISO 5667-1:2025-08, DIN EN ISO 5667-3:2024-09, DIN EN ISO 5667-6:2016-12 und DIN 38402-11:2009-02 einzuhalten.

### C.1 Probenahmeplanung

Grundlage der Probenahme ist die Erstellung einer für das jeweilige Untersuchungsziel angepassten Probenahmeplanung. Der Anlass der Untersuchung 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:

- Inhalte des Auftrages (z. B. Adresse, Ansprechpartner, Öffnungszeiten, Lageplan, Koordinaten, Informationen zur Messstelle, Ort der Probenahme)
- Anlass der Untersuchung (z. B. Erstuntersuchung, regelmäßige Untersuchung, Nachuntersuchung, Kontrolluntersuchung, anlassbezogene Untersuchung bei Klärung eines Infektionsfalls)
- Probenahmegebiet, Anzahl und Orte von Probenahmestellen ggf. unter Berücksichtigung von Fließzeiten und Durchmischungen
- Entnahmestelle (z. B. Gewässer, Kanal, Armatur, Kühlwasserwanne)
- Informationen zum Biozid und der Biozidzugabe, falls eingesetzt
- Probenvorbehandlung (z. B. Homogenisierung)
- Untersuchungsparameter einschließlich der vor Ort durchzuführenden Messungen
- Zeitliche Repräsentanz: Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkte der Probenahme
- Art der Wasserprobe (z. B. Oberflächenwasser, Abwasser)
- Typ der Wasserprobe (z. B. Stichprobe, Mischprobe)
- Geeignete und angepasste Probenahmeausrüstung (z. B. Probenahmegeräte, Probengefäße, Inaktivierungsmittel, Kühleinrichtung)
- Transport und Lagerung bis zur Abgabe im Prüflaboratorium

Es wird üblicherweise eine Stich- oder Einzelprobe an der festgelegten Entnahmestelle entnommen. Bei besonderen Fragestellungen kann auch eine Mischprobe (z. B. qualifizierte Stichprobe, 2-Stunden-Mischprobe) gezogen werden. In jedem Fall sind sterile Probengefäße zu verwenden.

Wenn die Besorgnis besteht, dass ein biozidhaltiges Wasser gezogen wird, ist dies bei der Probenahme zu berücksichtigen. Hinweise zum weiteren Vorgehen sind der „Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern“<sup>5</sup> zu entnehmen.

---

<sup>5</sup> „Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern“; Stand: 6. März 2020

## **C.2 Probenahmestelle**

Grundsätzlich muss die Probenahmestelle für die zu prüfende Wassermatrix repräsentativ sein. Die Probenahmestelle für den zu prüfenden Abwasserstrom oder Gewässerabschnitt ist vor Ort festzulegen. Nur vor Ort lässt sich beurteilen, ob diese Stelle repräsentativ und gut zugänglich ist sowie mit geeigneten Probenahmegeräten beprobt werden kann.

Die Auswahl der Probenahmestelle ist bei Abwassereinleitungen unter anderem abhängig von den bau- und betriebstechnischen Gegebenheiten der Abwasserbehandlungsanlage. Sind Abflussmesseinrichtungen oder Wehre in Kanälen vorhanden, ist die Probenahmestelle immer stromabwärts festzulegen. Wenn an Abwasserleitungen oder -kanälen keine andere Probenahmestelle zur Verfügung steht, kann notfalls die Wasserprobe an Absturzbauwerken, einmündenden Abflussrohren oder an eingebrachten Staublechen aus dem Überlauf entnommen werden. Kanalschächte, in denen sich das Abwasser über dem Auslaufrohr anstauen kann, sind ungeeignet.

Bei einem Oberflächengewässer ist die Probenahmestelle zu wählen, bei der eine vollständige Durchmischung des Abwassers eines oberhalb gelegenen Zuflusses oder einer Einleitung mit dem Gewässer sichergestellt ist.

Jede Probenahmestelle muss zur Wiederauffindung eindeutig beschrieben und auf einem (Anlagen-)Plan dauerhaft und leicht erkennbar gekennzeichnet sein. Vor Ort sollte eine deutliche Kennzeichnung der Probenahmestelle vorhanden sein. Sowohl im Probenahmeprotokoll als auch im Prüfbericht muss die gleiche eineindeutige Bezeichnung der Probenahmestelle aufgenommen sein.

## **C.3 Probenahmeausrüstung**

Für die Probenahme von mikrobiologischen Untersuchungen werden grundsätzlich desinfizierte oder sterile Probenahmegeräte und sterile Probengefäße verwendet. Es ist sicherzustellen, dass die Bereiche der Ausrüstung steril oder desinfiziert sind, die mit dem zu beprobenden Wasser in Kontakt kommen. Das sterile Probengefäß muss ein Fassungsvermögen von mindestens 100 ml haben.

### **Exemplarische Liste für die Probenahmeausrüstung**

- Dokumente zum Auftrag und zur Messstelle
- Probenahmeprotokoll
- Wasserfester Stift oder wasserfeste Etiketten
- Fotoapparat
- Taschenlampe
- Werkzeug (z. B. Multitool, Rohrzange, Drahtbürste)
- Einstichthermometer
- Messgeräte und Ausrüstung für weitere Vor-Ort-Parameter (z. B. pH-Meter)
- Steriles Probenahmegefäß (ggf. mit Inaktivierungsmittel für Biozide)
- Schöpfkelle, Flaschengreifer, Tiegelszange, Teleskopstange für Schöpfkelle
- Gaskartuschenbrenner mit Ersatzkartusche



- Flächendesinfektionsmittel, Desinfektionstücher
- Kühleinrichtung (z. B. Kühlbox, Thermotransportbox mit Kühlakkus)
- Messeinrichtung für die Temperaturüberwachung während des Transportes (z. B. Temperaturdatenlogger)
- Behälter mit Trinkwasser und Papiertücher für die Reinigung
- Persönliche Schutzausrüstung (z. B. Handschuhe, Schutzbrille, Partikelfiltrierende Halbmaske (z. B. FFP3), Händedesinfektionsmittel)
- Müllbeutel
- Zusätzliche Geräte für besondere Fragestellungen (z. B. Homogenisiergefäß, Rührplatte)

## **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 der Entnahme des Abwassers muss sichergestellt werden, dass keine Abrisse (Ablagerungen, Schlamm und Beläge) von Wandungen in die Wasserprobe gelangen.

Die angewandte Probenahmetechnik sollte der Umgebung angepasst sein und darf keinen Einfluss auf die mikrobiologische Beschaffenheit der Wasserprobe haben.

Es muss eine Wasserprobe von mindestens 100 ml Probevolumen entnommen werden.

Um eine Querkontamination zu vermeiden, ist vor dem Transport die äußere Oberfläche des Probengefäßes zu desinfizieren. Es ist auch möglich das Gefäß in einem Beutel zu transportieren. Es ist darauf zu achten, dass die Lesbarkeit der Probenbeschriftung erhalten bleibt.

### **C.4.1 Probenahme aus Abwasserleitungen, Kanälen und Kanalschächten**

In Kanälen, Ablaufinnen und offenen Abflussleitungen sollte die Probenahmestelle im oberen Drittel innerhalb des Abwasserstroms liegen, um zu gewährleisten, dass weder aufschwimmende noch sedimentierte Partikel miterfasst werden. Hierzu muss eine ausreichende Breite und Tiefe von baulicher Seite und ausreichende Wassertiefe gegeben sein, die den Einsatz eines Schöpfbechers ermöglichen. Jegliche Berührung sowohl des Probengefäßes als auch des Probenahmegerätes mit Gerinnwandungen sind zu vermeiden. Um einen mikrobiologischen Einfluss der Beschaffenheit der Wasserprobe durch die Probenahme zu minimieren, können auch von außen desinfizierte Probengefäße zum Einsatz kommen.

Bei vorhandener Strömung erfolgt die Schöpfprobenahme mit Fließgeschwindigkeit in Strömungsrichtung (isokinetisch). Sind Abflussmesseinrichtungen oder Wehre in den Kanälen vorhanden, ist die Probenahme immer stromabwärts durchzuführen. Der Abstand sollte hierbei mindestens das 3-fache des Rohr- oder Gerinnedurchmessers betragen.

Hinweis zum Arbeitsschutz: Besondere Gefährdungen im Rahmen der Beprobungen in Kanälen und Kanalschächten sind zu berücksichtigen.

## C.4.2 Probenahme aus Entnahmearmaturen

Die Durchführung der Probenahme aus Entnahmearmaturen erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 19458:2006-12 Zweck a. Die Entnahmearmatur sollte regelmäßig gespült worden sein sowie optisch sauber und gut desinfizierbar sein. Damit keine Ablagerungen von der Entnahmearmatur in die Wasserprobe gelangen, sind vor der Probenahme Vorrichtungen und Einsätze (z. B. Schläuche, Dichtungsringe) zu demontieren sowie falls notwendig die Armatur zu reinigen. Die Entnahmearmatur wird vor der Probenahme mehrmals geöffnet und wieder geschlossen, um vorhandene Ablagerungen auszuspülen. Im Anschluss wird die Entnahmearmatur desinfiziert und gespült, dann erst die Wasserprobe aus dem fließenden Wasserstrahl in ein steriles Probengefäß entnommen. Die Dauer des Spülvorgangs richtet sich nach dem Wasservolumen in der Zuleitung. Die Wasserprobe darf erst nach Ablauf des stagnierten Wassers, jedoch frühestens nach 30 Sekunden entnommen werden.

Die Abbildung 1 beschreibt das Vorgehen bei der Probenahme an Entnahmearmaturen detailliert.

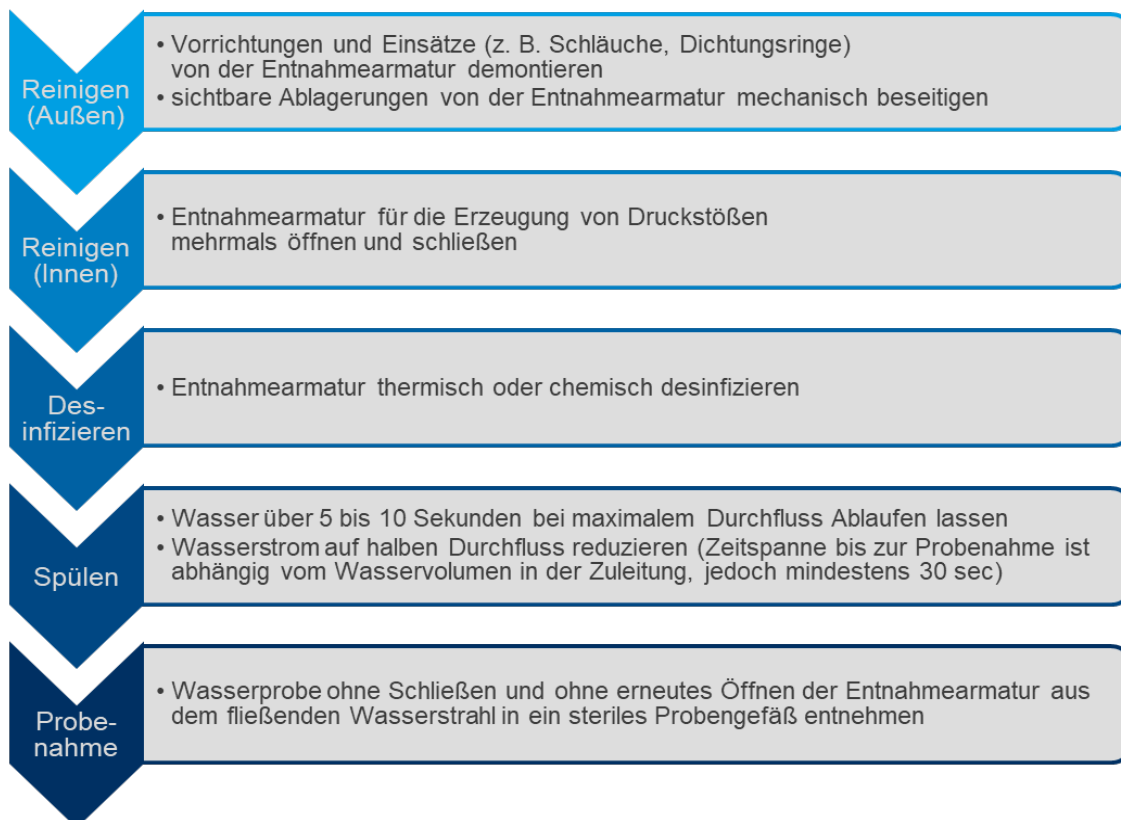


Abbildung 1: Fließschema zur Probenahme aus Entnahmearmaturen in Anlehnung an DIN EN ISO 19458:2006-12 Zweck a

Es ist auch eine Probenahme an Dauerläufern möglich. Bei Dauerläufern dürfen die Strömungsverhältnisse möglichst nicht geändert werden, d. h. falls nicht zwingend notwendig vor der Probenahme keine Ventile schließen oder öffnen. Jedoch sind auch bei Dauerläufern vor der Probenahme, falls vorhanden, angebrachte Vorrichtungen und Einsätze zu entfernen, die Entnahmearmatur dann äußerlich mechanisch zu reinigen und anschließend zu desinfizieren, bevor danach die Wasserprobe direkt aus dem fließenden Wasserstrahl in ein steriles Probengefäß entnommen wird.

## C.5 Probenahme von Oberflächenwasser

Je nach örtlichen Gegebenheiten ist eine Probenahme direkt im Gewässer möglich oder von einem Gewässerufer, einer Brücke oder einem Boot erforderlich. Die Wasserprobe ist 30 cm unter der Oberfläche des Gewässers zu entnehmen, wenn mindestens eine Wassertiefe von 1 m vorliegt. Bei der Entnahme des Oberflächenwassers ist darauf zu achten, dass Aufwirbelungen des Untergrundes wieder abgesetzt oder mit der Strömung abgetrieben wurden, bevor das sterile Probengefäß befüllt 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<sup>6</sup> gefüllt. Alternativ kann die Probenahme mit einem desinfizierten Schöpfbecher, der an einer desinfizierten Stange befestigt ist, erfolgen. In jedem Fall muss durch die Art und Weise der Probenahme sichergestellt sein, dass bei der Schöpfung wenig oberflächennahes Wasser entnommen wird. Wird eine Wassersäule von 1 m nicht erreicht und die Wasserprobe in geringerer Tiefe entnommen, ist dies auf dem Probenahmeprotokoll zu vermerken.

Die angewandte Probenahmetechnik sollte der Umgebung angepasst sein und darf keinen Einfluss auf die mikrobiologische Beschaffenheit der Wasserprobe haben.

Es muss eine Wasserprobe von mindestens 100 ml Probevolumen entnommen werden.

Um eine Querkontamination zu vermeiden, ist vor dem Transport die äußere Oberfläche des Probengefäßes zu desinfizieren. Es ist auch möglich das Gefäß in einem Beutel zu transportieren. Es ist darauf zu achten, dass die Lesbarkeit der Probenbeschriftung erhalten bleibt.

## 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 oder Standort des Gewässers (z. B. Koordinaten)
- Exakte eindeutige Bezeichnung der Probenahmestelle
- Datum und Zeitpunkt der Probenahme
- Name und Unterschrift der probenehmenden Person
- Art der Wasserprobe (z. B. Oberflächenwasser, Abwasser)
- Typ der Wasserprobe (z. B. Stichprobe, Mischprobe)
- Probenahmetechnik (z. B. Schöpfprobe, Wasserprobe aus einer Entnahmearmatur)
- Temperatur des Wassers bei der Probenahme
- Angaben zu weiteren Vor-Ort-Messungen (z. B. Leitfähigkeit, pH-Wert)

---

<sup>6</sup> Bei vorhandener Strömung erfolgt die Schöpfbewegung in Strömungsrichtung entsprechend den Vorgaben der DIN EN ISO 5667-6:2016-12 „Probenahme aus Fließgewässern“. Nach DIN EN ISO 19458:2006-12 ist für die Probenahme aus Badegewässern eine der Strömung zugewandte Entnahme der Wasserprobe vorgesehen.

- Informationen zum Biozid und der Biozidzugabe, falls eingesetzt (z. B. Wirkstoff, Konzentration, Zeitintervalle der Zugabe)
- Auffälligkeiten bei der Probenahme, die das Ergebnis beeinflussen könnten (z. B. Ablagerungen, Wetterverhältnisse)
- Transportbedingungen (siehe D)
- Bemerkungsfeld für Anmerkungen, die das Ergebnis beeinflussen könnten

Die ergebnisrelevanten Angaben im Probenahmeprotokoll sind in den Prüfbericht zu übernehmen. Falls eine der vorstehenden Informationen nicht vorliegt, ist dies im Probenahmeprotokoll und im Prüfbericht auszuweisen. Das Probenahmeprotokoll kann als Anhang dem Prüfbericht beigelegt werden.

## **D Transport und Lagerung der Wasserprobe**

Die Zeit zwischen der Probenahme und der Analytik im Prüflaboratorium ist so kurz wie möglich zu halten. Daher sollte die Wasserprobe vorzugsweise innerhalb von 24 h, jedoch nicht später als 48 h nach der Probenahme im Prüflaboratorium angesetzt sein.

Die Wasserprobe ist geschützt vor Licht und gekühlt, d.h. bei  $(5 \pm 3) ^\circ\text{C}$ , vorzugsweise in einem sauberen Beutel zu transportieren. Die Wasserprobe darf während des Transportes und der Lagerung nicht gefrieren. Bei längeren Transportzeiten von mehr als 8 Stunden hat der Transport temperaturüberwacht zu erfolgen.

Die Transportbedingungen müssen im Probenahmeprotokoll und im Prüfbericht dokumentiert werden.

Datum und Zeitpunkt des Eingangs der Wasserprobe ins Prüflaboratorium muss dokumentiert und in den Prüfbericht übernommen werden.

Die Lagerung der Wasserprobe im Prüflaboratorium erfolgt bei  $(5 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

Alle Abweichungen von diesen Vorgaben sind zu dokumentieren und in den Prüfbericht zu übernehmen.

## E Bestimmung von Legionellen mittels Kulturverfahren

Abwasser stellt je nach Herkunft, verwendeter Aufbereitungstechnologien sowie Aufbereitungsschritte, verschiedene analytische Herausforderungen an das Prüflaboratorium dar. Dies trifft in etwas geringerem Maße auch auf Oberflächenwasser zu. Neben der Homogenität der Wasserprobe ist insbesondere der Einfluss der Nicht-Zielorganismen auf die kulturelle Anzucht von Legionellen sowie das Erkennen von Kolonietypen auf dem Selektivnährmedium, die als verdächtige *Legionella*-Kolonien einzustufen sind, von großer Bedeutung für das Ergebnis.

Das Untersuchungsverfahren gestaltet sich probenabhängig aufwendiger als für Wasser mit geringer Anzahl von Nicht-Zielorganismen (z. B. Trinkwasser). Das parallele Ansetzen von verschiedenen Verdünnungsstufen sowie ein erhöhter Aufwand bei der Erkennung verdächtiger Kolonietypen, der Auswertung der Ansätze und der Ermittlung des Ergebnisses stellen hohe Qualitätsanforderungen an das Prüflaboratorium. Für die Überwachung von Abwasser und Oberflächenwasser erfolgt die Bestimmung von Legionellen (*Legionella* spp.) grundsätzlich unter Verwendung der DIN EN ISO 11731:2019-03 durch Kultivierung auf hochselektiven GVPC-Nährmedienplatten. Für die Auswahl einer geeigneten Kombination aus Probenvorbehandlung und Verfahren müssen sowohl die zu erwartende Anzahl an Nicht-Zielorganismen und die zu erwartende Konzentration an Legionellen als auch die gewünschte Nachweis- und Bestimmungsgrenze berücksichtigt werden. Dabei kann die Analytik sowohl das Oberflächenverfahren (direktes Ausplattieren) als auch das Membranfiltrationsverfahren umfassen, wobei verschiedene Vorbehandlungen einzeln und in Kombination zur Anwendung kommen.

**In diesem Arbeitsblatt wird die Kombination aus Verfahren und Vorbehandlung als „Ansatz“ betrachtet. Dies hat eine hohe Bedeutung bei der Auswertung der Ansätze und der Berechnung des Ergebnisses.**

Vor Beginn der Analytik erfolgt in Abhängigkeit von der Anzahl an zu erwartenden Nicht-Zielorganismen eine Einstufung der Wasserprobe in Matrix B oder Matrix C nach Tabelle 1. Bei einer Wasserprobe mit sehr vielen Partikeln oder mit zu erwartender hoher Anzahl an Nicht-Zielorganismen oder an Legionellen, bei der die beiden Ansätze des Membranfiltrationsverfahrens keine auswertbaren Ergebnisse erwarten lassen, kann auf das Membranfiltrationsverfahren verzichtet werden. In Tabelle 1 sind der jeweiligen Matrix verschiedene Ansätze mit Angabe der anzusetzenden Untersuchungsvolumina zugeordnet.

Tabelle 1: Zusammenstellung der geforderten Untersuchungsansätze mit den Angaben zu den geforderten anzusetzenden Volumina für die verschiedenen Vorbehandlungen und den unterschiedlichen Verfahren

			Matrix B	Matrix C
			Hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen	Extrem hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen
			z. B. Oberflächenwasser	z. B. Abwasser**
Verfahren	Vorbehandlung	Ansatz	Plattenanzahl x Volumen	Plattenanzahl x Volumen
Membranfiltrationsverfahren mit Auflegen des Membranfilters	Wärme	E.1.2.2	1 x 20 ml	keine
	Säure	E.1.3.2	1 x 20 ml	keine
Oberflächenverfahren (direktes Ausplattieren)	Ohne	E.1.1	1 x 0,1 ml	keine
	Wärme	E.1.2.1	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
	Säure*	E.1.3.1	2 x 0,5 ml	2 x 0,5 ml 2 x 0,1 ml 2 x 0,1 ml 1:10 verdünnt
	Wärme und Säure*	E.1.4	keine	2 x 0,5 ml 2 x 0,1 ml 2 x 0,1 ml 1:10 verdünnt

\* Bei der Berechnung des Ergebnisses ist die Verdünnung durch die Säurebehandlung mit einzuberechnen.

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

Liegen Erfahrungswerte (Datenhistorie über festgestellte Anzahl an Nicht-Zielorganismen und an Legionellen) zu einer Probenahmestelle vor, kann der Untersuchungsaufwand angepasst werden.

Zwei vereinfachte Fließschemata zum Arbeitsablauf für eine in Matrix B und in Matrix C eingestufte Wasserprobe sind dem Anhang 1 zu entnehmen.



## E.1 Probenvorbereitung und Probenansatz

Der Begriff Ansatz wird in diesem Arbeitsblatt als die Kombination einer Vorbehandlung (ohne, Wärme, Säure oder Wärme und Säure) und eines Verfahrens (Membranfiltrationsverfahren oder 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 (maximal 25 ml) direkt nach dem Schütteln entnommen und in ein steriles Gefäß überführt. Im Falle des Vorhandenseins von sehr schnell sedimentierenden Partikeln in der Wasserprobe wird die Originalprobe mit Hilfe eines sterilen Magnetrührstäbchens bis zur sichtbar guten Durchmischung, aber mindestens 2 Minuten, durchmischt. Teilproben werden bei eingeschaltetem Rührwerk entnommen.

Verdünnungen erfolgen dezimal erst nach Vorbehandlung(en) der Teilprobe mit einer sterilen Verdünnungslösung gemäß DIN EN ISO 11731:2019-03, Anhang C.

**Als eine Verdünnungsstufe werden die mit gleichen Volumina der Originalprobe angesetzten Nährmedienplatte(n) innerhalb eines Ansatzes betrachtet.** Somit besitzt zum Beispiel der Ansatz E.1.1 eine Verdünnungsstufe, der Ansatz E.1.2.1 für Matrix B zwei Verdünnungsstufen und dagegen für Matrix C vier Verdünnungsstufen sowie der Ansatz E.1.4 drei Verdünnungsstufen (siehe Tabelle 1).

### E.1.1 Ohne Vorbehandlung

Aus der Originalprobe wird eine Teilprobe entnommen und ohne Vorbehandlung mittels Oberflächenverfahren angesetzt (Tabelle 1, Ansatz E.1.1).

### E.1.2 Wärmebehandlung

Für die Wärmebehandlung wird ein Teilvolumen der Originalprobe von maximal 25 ml für  $(30 \pm 2)$  Minuten bei  $(50 \pm 1)$  °C im Wasserbad behandelt. Die Überprüfung der Wassertemperatur dieser Teilprobe erfolgt in einem Referenzgefäß mit gleichem Wasservolumen und gleicher Ausgangswassertemperatur. Die Einwirkzeit startet erst dann, wenn die geforderte Wassertemperatur im Referenzgefäß erreicht ist. Die Teilprobe und deren Verdünnung wird anschließend sowohl für das Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E.1.2.1) als auch für das Membranfiltrationsverfahren (Tabelle 1, Ansatz E.1.2.2) verwendet.

### E.1.3 Säurebehandlung

Für die Säurebehandlung beim Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E.1.3.1) wird ein Teilvolumen der Originalprobe in einem Verhältnis von 1:10 mit der Säurelösung (d. h. 1 Teil Probe und 9 Teile Säurelösung) verdünnt. Nach  $(5 \pm 0,5)$  Minuten wird die Säurebehandlung durch das Ausplattieren der behandelten Teilprobe und deren Verdünnung auf GVPC-Nährmedienplatten beendet. Dabei ist sicherzustellen, dass auch die Verdünnungen der säurebehandelten Teilprobe innerhalb der Inkubationszeit von  $(5 \pm 0,5)$  Minuten beim Oberflächenverfahren angesetzt worden sein müssen.

Die Säurebehandlung beim Membranfiltrationsverfahren (Tabelle 1, Ansatz E.1.3.2) wird direkt nach dem Filtrieren von 20 ml Teilvolumen der Originalprobe auf dem Membranfilter im Filtrationstrichter durchgeführt. Die Behandlung erfolgt mit ca. 30 ml Säurelösung auf dem Membranfilter 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. Beim Waschen ist darauf zu achten, dass keine Bereiche des Filtrationstrichters benetzt werden, die vorher nicht in Kontakt mit der Säurelösung standen.

#### **E.1.4 Kombination aus Wärme- und Säurebehandlung**

Für die kombinierte Wärme- und Säurebehandlung erfolgt zuerst die Wärmebehandlung (E.1.2) und nach dem Abkühlen der Teilprobe auf Raumtemperatur die Säurebehandlung (E.1.3). Die behandelte Teilprobe und deren Verdünnungen werden anschließend mittels Oberflächenverfahren (Tabelle 1, Ansatz E.1.4) angesetzt.

### **E.2 Kultivierung und Zählung**

Die GVPC-Nährmedienplatten 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 Nährmedienplatten zweimal auf verdächtige *Legionella*-Kolonien sowie halbquantitativ auf das Vorliegen von Nicht-Zielorganismen untersucht. Bei einer Zwischenablesung nach einer Inkubation von 3 bis 5 Tagen erfolgt die Zählung verdächtiger *Legionella*-Kolonien. Bereits hier ist eine Bestätigung auf cysteinhaltigen und cysteinfreien Nährmedienplatten durchzuführen (siehe E.3).

Bei der Endablesung nach 7 bis 10 Tagen erfolgt eine nochmalige Zählung und bei neu aufgetretenen verdächtigen Kolonietypen eine Bestätigung auf cysteinhaltigem und cysteinfreiem Nährmedium (siehe E.3).

#### **Hinweis:**

Aufgrund der Herkunft und der Eigenschaft der Wasserprobe ist eine hohe bis sehr hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen zu erwarten. Deshalb **muss** bereits nach 3 bis 5 Tagen eine quantitative Zwischenablesung einschließlich der Bestätigung der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden verdächtigen *Legionella*-Kolonien durchgeführt werden. Eine für die Bestätigung ausreichende Koloniegröße ist frühestens nach 3 Tagen Inkubation zu erwarten. Nur eine Inaugenscheinnahme der GVPC-Nährmedienplatten ist **nicht** ausreichend.

### E.3 Bestätigung verdächtiger *Legionella*-Kolonien

Von den verdächtigen *Legionella*-Kolonien werden mindestens drei Kolonien pro Ansatz als Ausstrich einer Einzelkolonie sowohl auf eine cysteinhaltige Nährmedienplatte (BCYE-Nährmedium) als auch auf eine cysteinfreie Nährmedienplatte (z. B. Trypton-Soja-Nährmedium) subkultiviert. Hierbei ist zu beachten, dass jeweils zuerst auf die cysteinfreie Nährmedienplatte überimpft wird, da ansonsten die Gefahr des Übertragens von Cystein auf die cysteinfreie Nährmedienplatte und damit das Risiko eines Minderbefundes besteht. Sind verschiedene, verdächtige Kolonietypen sichtbar, müssen von mindestens zwei Kolonien pro Kolonietyp und Ansatz Subkulturen angelegt werden, um die Wahrscheinlichkeit falsch negativer Ergebnisse zu minimieren. Die morphologische Ähnlichkeit einiger Kolonien von Nicht-Zielorganismen und von Legionellen kann deutlich ausgeprägt sein. Alle Kolonien, die nach 2 bis 5 Tagen Inkubation auf BCYE-Nährmedium wachsen und auf cysteinfreiem Nährmedium kein Wachstum zeigen, sind als *Legionella* spp. bestätigt.

#### Anmerkung zu Alternativverfahren:

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

### E.4 Ermittlung des Ergebnisses

Die Rohdaten sind immer auf Plausibilität zu prüfen. In begründeten Fällen muss eine fachliche Einzelfallprüfung der in die Berechnung eingehenden Volumina und der dazugehörigen Anzahl der *Legionella*-Kolonien unter Berücksichtigung der Bewertung der Nicht-Zielorganismen und der Messunsicherheit erfolgen.

Zum Beispiel können wegen des Vorliegens von Nicht-Zielorganismen weniger Legionellen auf den Nährmedienplatten der unverdünnten im Vergleich zu denen der verdünnten Teilprobe nachweisbar sein. Ferner kann eine signifikante Abweichung der Anzahl an *Legionella*-Kolonien auf den zwei Nährmedienplatten derselben Verdünnungsstufe vorliegen.

Die Ermittlung des Ergebnisses aus einem der fünf Ansätze für Matrix B oder aus einem der drei Ansätze für Matrix C erfolgt unter Berücksichtigung der Auszählgrenzen, der Mittelwertberechnung, der Messunsicherheit, der Nicht-Zielorganismen sowie ggf. der Einbeziehung von Zählwerten der Zwischenablesungen.

Beispiele zur Ermittlung eines Ergebnisses sind dem Anhang 4 zu entnehmen.

#### E.4.1 Berücksichtigung und Angabe der Nicht-Zielorganismen

Die Vermehrung von Legionellen kann durch Nicht-Zielorganismen beeinträchtigt oder sogar vollständig gehemmt werden. Daher ist es wichtig, für die Auswertung solche Nährmedienplatten eines Ansatzes heranzuziehen, die keine oder möglichst wenige Nicht-Zielorganismen aufweisen. Dafür ist die Protokollierung der Nicht-Zielorganismen je Nährmedienplatte und deren ergebnisrelevante Bewertung notwendig.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Minderbefund vorliegt, steigt mit der Anzahl an Nicht-Zielorganismen je Nährmedienplatte. Insbesondere Schimmelpilze, schwärmende Bakterien

und schnell wachsende Bakterienkolonien (z. B. *Pseudomonas aeruginosa*) können bereits bei wenigen Kolonien pro Nährmedienplatte die Kultivierung und Zählung von Legionellen stark beeinträchtigen. Der mögliche Einfluss solcher Kolonien oder einer hohen Anzahl an Nicht-Zielorganismen muss bei der Ergebnisangabe im Prüfbericht folgendermaßen vermerkt werden:

Aufgrund des Vorliegens von

- einer hohen Anzahl an Nicht-Zielorganismen
- Schimmelpilzen
- schwärmenden Bakterien
- schnell wachsenden Bakterienkolonien

ist ein Minderbefund nicht auszuschließen.

#### E.4.2 Betrachtung und Angabe der Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird nach Tabelle 2 ausgehend von der Anzahl der bestätigten *Legionella*-Kolonien in der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe je Ansatz (Definition siehe Abschnitt E.1) in Anlehnung an DIN EN ISO 8199:2021-12 ermittelt. Ein Ergebnis mit geringer Messunsicherheit kann nur für solche Ansätze angegeben werden, bei denen zehn oder mehr Kolonien pro Nährmedienplatte/n in der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe eines Ansatzes vorhanden sind. Ab drei Kolonien pro Nährmedienplatte/n in der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe eines Ansatzes können Ergebnisse mit erhöhter Messunsicherheit angegeben werden. Unter drei Kolonien pro Nährmedienplatte/n in der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe eines Ansatzes werden Ergebnisse mit einer stark erhöhten, hohen oder sehr hohen Messunsicherheit je nach angesetztem Volumen ermittelt, die einen qualitativen Aussagecharakter haben. Die jeweilige Messunsicherheit des ergebnisrelevanten Ansatzes muss im Prüfbericht nach Tabelle 2 angegeben werden.

Tabelle 2: Übersicht der Messunsicherheit (MU) in Abhängigkeit vom Volumen der auswertbaren Platte(n) und der Anzahl der *Legionella*-Kolonien in der niedrigsten auswertbaren Verdünnungsstufe

		Anzahl der <i>Legionella</i> -Kolonien		
		0–2	3–9	≥ 10*
Volumen der auswertbaren Platte(n)	20 ml	stark erhöhte MU	erhöhte MU	geringe MU
	1 ml (2 x 0,5 ml)	hohe MU		
	≤ 0,2 ml	sehr hohe MU		

\* = bis zur oberen Zählgrenze

Bei dem Ansatz mit der höchsten Konzentration an Legionellen (KBE/100 ml) und gleichzeitig mit der geringsten Messunsicherheit handelt es sich um den ergebnisrelevanten Ansatz. Dies bedeutet zum Beispiel, dass ein Ansatz mit nur einer erhöhten Messunsicherheit und wenigen Nicht-Zielorganismen gegenüber einem Ansatz mit sehr hoher Messunsicherheit ergebnisrelevant wird, auch wenn dadurch ein niedrigeres Ergebnis angegeben wird. Dies gilt entsprechend für einen Ansatz mit geringer Messunsicherheit gegenüber einem Ansatz mit erhöhter Messunsicherheit.

### E.4.3 Berechnung des Ergebnisses

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN ISO 11731:2019-03 und unter Zuhilfenahme der DIN EN ISO 8199:2021-12. Dabei ist die obere Zählgrenze von 80 Kolonien pro Nährmedienplatte mit Membranfilter sowie von 150 Kolonien pro Nährmedienplatte mit Direktem Ausplattieren zu beachten. Liegt die Anzahl der Kolonien pro Nährmedienplatte mit Membranfilter oder pro Nährmedienplatte mit Direktem Ausplattieren über diesen Zählgrenzen, wird der Zählwert aus einer höheren Verdünnungsstufe verwendet. Wenn die Anzahl an *Legionella*-Kolonien auf allen Nährmedienplatten jeweils über der dazugehörigen Zählgrenze liegt, ist das Ergebnis mit „größer als“ anzugeben.

Jede Nährmedienplatte, die aufgrund der Nicht-Zielorganismen nicht auf Legionellen hin ausgewertet werden kann, darf nicht in die Berechnung einbezogen werden und gilt als nicht auswertbar (siehe Tabelle 3).

Das Ergebnis wird ausgehend von allen auswertbaren Nährmedienplatte/n eines Ansatzes (Definition siehe Abschnitt E) ermittelt. Sind Nährmedienplatten mit verschiedenen Volumina der behandelten Teilprobe und deren Verdünnungen innerhalb eines Ansatzes auswertbar, wird aus diesen Zählwerten aller Verdünnungsstufen das gewichtete Mittel berechnet und als Ergebnis mit koloniebildenden Einheiten pro 100 Milliliter angegeben.

In Tabelle 3 sind Beispiele für die Berechnung eines Ergebnisses aufgeführt, bei denen die hellgrau hinterlegten Zählwerte pro Nährmedienplatte in die Berechnung des Ergebnisses eingehen.

Tabelle 3: Berechnungsbeispiele für Matrix C jeweils mit Ansatz E.1.2.1 (Oberflächenverfahren nach Wärmebehandlung)

Teilprobe mit Wärmebehandlung und deren Verdünnungen	Ausplattiertes Volumen je Nährmedienplatte	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
		Legionella-Kolonie (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	0 / 0
1:10 verdünnt	0,1 ml / 0,1 ml	6 / 2	1 / 2	1 / 1	0 / 1
1:100 verdünnt	0,1 ml / 0,1 ml	1 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Ergebnisrelevante koloniebildende Einheiten (KBE)		119	63	8	1
Ergebnisrelevantes Untersuchungsvolumen [ml]		0,222	1,22	0,22	0,22
Legionella spp. (KBE/100 ml)		54.000	5.200	3.600	450

\* nicht auswertbar (n.a.), z. B. aufgrund des Vorliegens von Nicht-Zielorganismen

In die Berechnung fließen alle Zählwerte unter Berücksichtigung der Zählgrenzen bis zu der Verdünnungsstufe mit mindestens einer *Legionella*-Kolonie ein. In jedem Fall ist zu berücksichtigen, dass auch Zählwerte von Null aus geringeren Verdünnungsstufen einbezogen werden (Tabelle 3, Beispiel 4).

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

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 größte auswertbare Volumen des ergebnisrelevanten Ansatzes. Der Wert wird hochgerechnet auf KBE/100 ml (z. B. 2 x 0,5 ml Oberflächenverfahren nach Wärmebehandlung: < 100 KBE/100 ml oder 20 ml Membranfiltration nach Säurebehandlung: < 5 KBE/100 ml).

Wenn keiner der fünf Ansätze für Matrix B und keiner der drei Ansätze für Matrix C ausgewertet werden kann (z. B. aufgrund von Nicht-Zielorganismen), wird das Ergebnis im Prüfbericht als „nicht auswertbar“ angegeben. In diesen Fällen ist die Ergebnisangabe „nicht nachweisbar“ oder „0“ falsch.

Werden aufgrund des Vorliegens von Nicht-Zielorganismen bei der Berechnung des Ergebnisses *Legionella*-Kolonien aus Zwischenablesungen auf Nährmedienplatten, die bei der abschließenden Zählung am Ende der Inkubationszeit nicht auswertbar sind, einbezogen, ist dies im Prüfbericht anzugeben. In solchen Fällen ist ein Minderbefund nicht auszuschließen.

## E.5 Angaben im Prüfbericht

In den Prüfbericht müssen neben den unten genannten Angaben auch die aus dem Probenahmeprotokoll geforderten Angaben aufgenommen werden (siehe Anhang 2).

Folgende Angaben muss der Prüfbericht aus der Ermittlung des Ergebnisses enthalten:

- Anzahl *Legionella* in koloniebildenden Einheiten je 100 Milliliter (KBE/100 ml) \*
- Anzahl ergebnisrelevanter *Legionella*-Kolonien
- Ergebnisrelevantes Volumen
- Nennung des ergebnisrelevanten Ansatzes
- ggf. Angaben zu Nicht-Zielorganismen (siehe E.4.1) \*\*
- Nennung der Messunsicherheit (siehe E.4.2)
- ggf. Vermerk über die Berechnung des Ergebnisses aus einer Zwischenablesung (siehe E.4.3) \*\*\*

\* Angabe im Prüfbericht: „nicht auswertbar“, wenn kein Ansatz auswertbar ist.

\*\* Kommentar im Prüfbericht: „Aufgrund des Vorliegens von Nicht-Zielorganismen ist ein Minderbefund nicht auszuschließen.“

\*\*\* Kommentar im Prüfbericht: „Kein Ansatz war zum Ende der Inkubationszeit auswertbar. Das Ergebnis wurde aus der Zwischenablesung berechnet. Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.“

## E.6 Differenzierung von *Legionella*-Isolaten

Beim Nachweis von Legionellen in Konzentrationen von  $\geq 1.000$  KBE/100 ml in einem Abwasser oder einem Oberflächenwasser, muss eine weitere Differenzierung der *Legionella*-Isolate erfolgen. Die Differenzierung wird von mindestens drei Kolonien eines Kolonietyps oder von jeweils mindestens zwei Kolonien mehrerer Kolonietypen durchgeführt. Dabei muss die Testung jeweils für jedes Isolat einzeln erfolgen. Das Ergebnis der Differenzierung wird wie folgt qualitativ im Prüfbericht angegeben:

- *Legionella pneumophila*, Serogruppe 1 (*L. pneumophila*, Sg 1)
- *Legionella pneumophila*, nicht Serogruppe 1 (*L. pneumophila*, nicht Sg 1)
- *Legionella* spp. ohne *Legionella pneumophila* (*Legionella* non-pneumophila)



## **F Nachprobe beim Ergebnis „nicht auswertbar“**

Ist bei dem beschriebenen Untersuchungsverfahren keiner der Ansätze der Wasserprobe auswertbar, muss zeitnah eine Nachprobe von derselben Probenahmestelle 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 einer Wasserprobe, die der Matrix B zugeordnet wird, kann dann z. B. zusätzlich die kombinierte Wärme- und Säurebehandlung beim Oberflächenverfahren zur Anwendung kommen.

## **G      Ansprechpersonen**

### **Analytik**

Fachbereich 64

Labor Oberflächenwasser/Grundwasser

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

[fachgebiet64.6@lanuk.nrw.de](mailto:fachgebiet64.6@lanuk.nrw.de)

### **Bewertung**

Fachbereich 57

Kommunales und industrielles Abwasser

Frau Dr. Barbara Dericks

[fachbereich57@lanuk.nrw.de](mailto:fachbereich57@lanuk.nrw.de)

### **Probenahme**

Fachbereich 63

Probenahmemanagement

Herr Dr. Gregor Braun, Frau Irina Quade (M.Sc.)

[fachbereich63@lanuk.nrw.de](mailto:fachbereich63@lanuk.nrw.de)

### **Eignungsprüfung**

Fachbereich 61

Notifizierung und Eignungsprüfungen, Qualitätsmanagement, Digitalisierung

Frau Dipl.-Ing. Sibylle Fütterer

[fachbereich61@lanuk.nrw.de](mailto:fachbereich61@lanuk.nrw.de)

Die Empfehlung wurde unter fachlicher Unterstützung durch Herrn Dr. Jan Frösler, Herrn Dr. Christoph Koch, Frau Dipl.-Biol. Bettina Langer sowie Herrn Dr. Stefan Pleischl erarbeitet.

## H Literatur

Auswertung Ringversuche *Legionella* spp. in Abwasser, LANUV, ab Juni 2017,

<https://www.lanuk.nrw.de/service/fachbezogene-services/ringversuche/umweltanalytische-ringversuche/auswertungen-der-ringversuche>

Bericht der Expertenkommission Legionellen im Auftrag des MKULNV, Stand 22.05.2015,

[https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/legionellen/abschlussbericht\\_legionellen\\_expertenkommission.pdf](https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/legionellen/abschlussbericht_legionellen_expertenkommission.pdf)

DIN 38402-11:2009-02, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Teil 11: Probenahme von Abwasser (A 11)

DIN EN ISO 5667-1:2025-08 (D) Wasserbeschaffenheit –Probenahme –Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeplänen und Probenahmetechniken (ISO 5667-1:2023); Deutsche Fassung EN ISO 5667-1:2023

DIN EN ISO 5667-3:2024-09, Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben

DIN EN ISO 5667-6:2016-12, Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 6: Anleitung zur Probenahme aus Fließgewässern

DIN EN ISO 8199:2021-12, Wasserbeschaffenheit - Allgemeine Anforderungen und Anleitung für mikrobiologische Untersuchungen mittels Kulturverfahren

DIN EN ISO 11731:2019-03, Wasserbeschaffenheit - Zählung von Legionellen

DIN EN ISO 19458:2006-12, Wasserbeschaffenheit - Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen

DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern, Umweltbundesamt, Stand 06.03.2020

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 17. April 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 132)

## Anhang 1 Fließschemata zum Arbeitsablauf

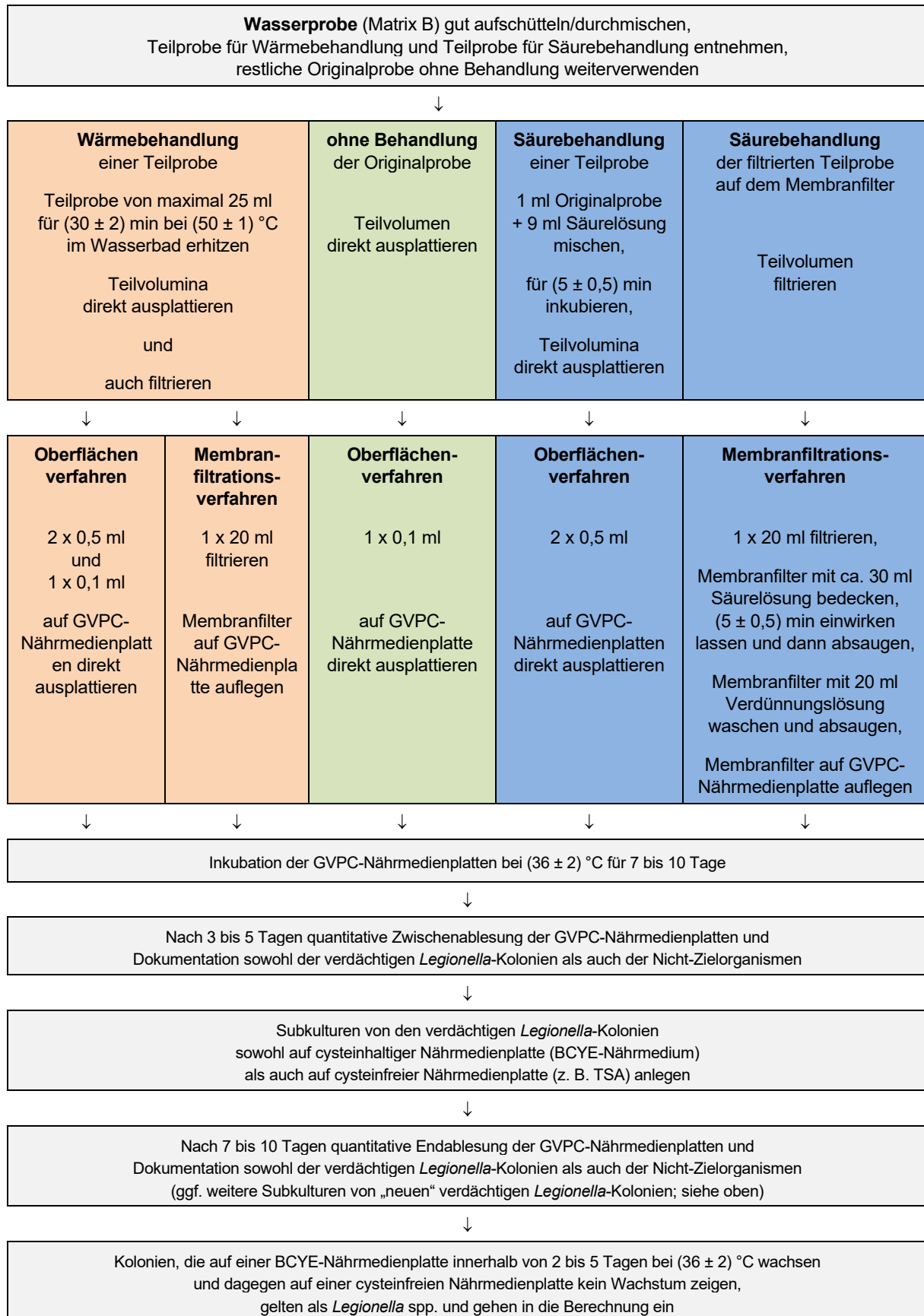


Abbildung 2: Vereinfachtes Fließschema zum Arbeitsablauf für eine in Matrix B eingestufte Wasserprobe

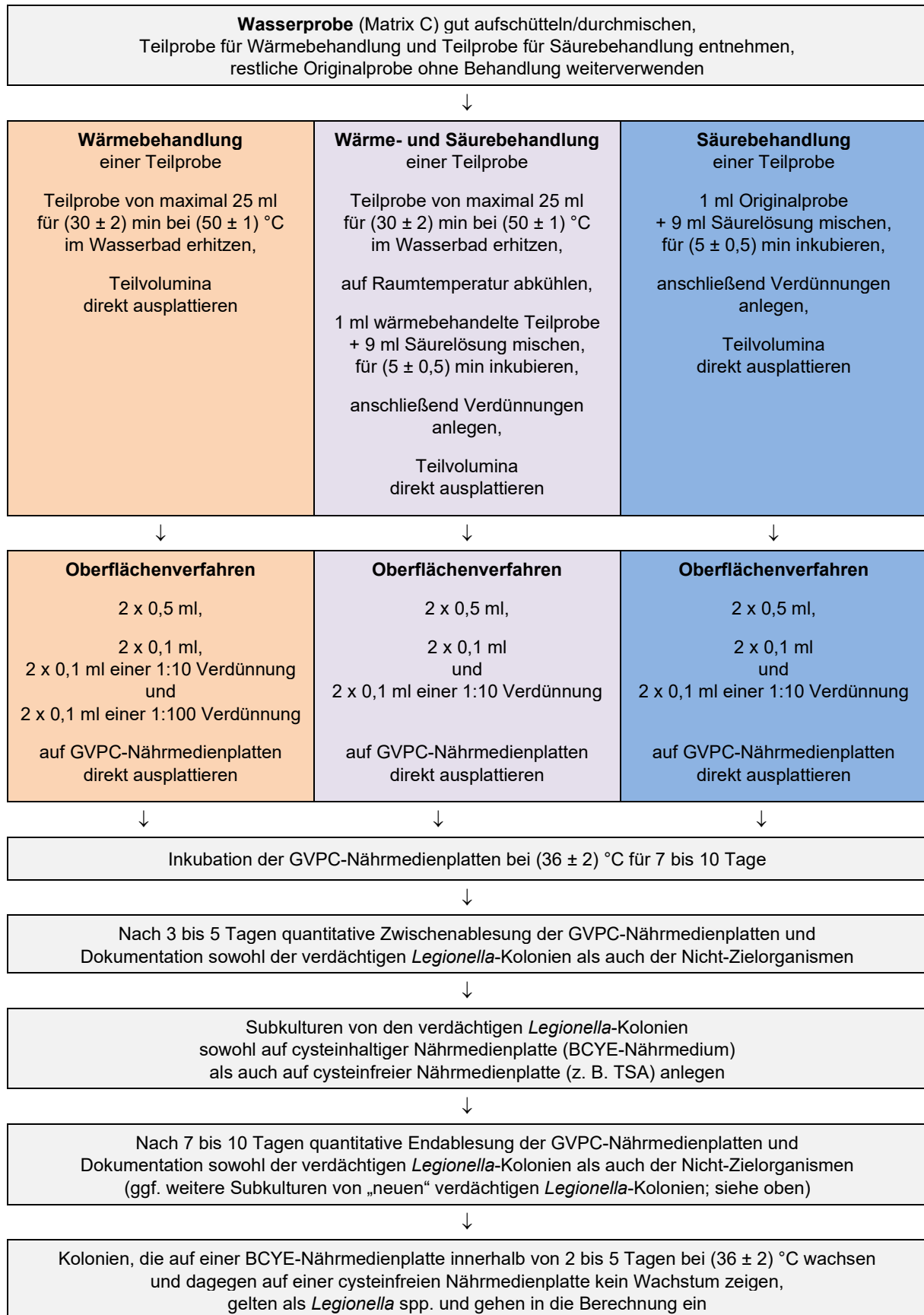


Abbildung 3: Vereinfachtes Fließschema zum Arbeitsablauf für eine in Matrix C eingestufte Wasserprobe

## Anhang 2 Prüfberichtsvorlage mit Mindestinhalten

Beispiel eines Prüfberichtes mit Mindestinhalten  
zur Untersuchung auf Legionellen von Abwasser oder von Oberflächenwasser

### Auftraggeber

Name:

Anschrift:

Ansprechperson:

Telefonnummer:

E-Mail-Adresse:

### Betreiber

Name:

Anschrift:

Ansprechperson:

Telefonnummer:

E-Mail-Adresse:

**Anlass der Untersuchung:** z. B. Erstuntersuchung, regelmäßige Untersuchung, Nachuntersuchung, Kontrolluntersuchung, anlassbezogene Untersuchung bei Klärung eines Infektionsfalls

**Informationen zum Auftrag:** schriftlich, mündlich, fernmündlich, Dauerauftrag, Einzelauftrag

**Informationen zum Objekt:** technische Anlage, Gewässer o.a. (inkl. Adresse)

**Besonderheiten vor Ort:** z. B. Biozidzugabe, Wetterverhältnisse o.a.

**Informationen zur Probenahmestelle:** Ort, Lage, Art, Bezeichnung u.a.

**Art der Wasserprobe:** Abwasser, Oberflächenwasser o.a.

**Art der Probenahme:** nach DIN EN ISO 19458 (K 19):2006-12 und  
Empfehlung zur Probenahme und zur Bestimmung von Legionellen in Abwasser und  
Oberflächenwasser, LANUK Arbeitsblatt 44 mit Stand 2026

**Besonderheiten der Probenahme:** Auffälligkeiten während der Probenahme

**Probenehmer:** Name und Organisationszugehörigkeit

**Datum und Zeitpunkt der Probenahme:** tt.mm.jjjj, um hh:mm Uhr

**Angaben zum Transport und zur Lagerung bis zur Übergabe an das Prüflaboratorium:**

Datum und Zeitpunkt des Eingangs der Wasserprobe im Prüflaboratorium: tt.mm.jjjj, um  
hh:mm Uhr

Datum des Ansetzens der Wasserprobe sowie Datum der Ermittlung des Ergebnisses /

**Untersuchungszeitraum** von tt.mm.jjjj bis tt.mm.jjjj

**Angaben zur Analytik** (Art der Darstellung nicht bindend)

**Probennummer:**

**Bezeichnung der Messgrößen mit Einheit und der dazugehörigen Methode sowie Angaben deren Messwerte, deren Bewertungen oder deren Bestimmungen:**

Temperatur des Wassers bei der Probenahme (°C)

*Legionella* spp. (KBE/100 ml)

ergebnisrelevanter Ansatz

ergebnisrelevant gezählte *Legionella*-Kolonien (KBE)

ergebnisrelevantes Volumen [ml]

Angaben zu Nicht-Zielorganismen

Nennung der Messunsicherheit

Differenzierung von *Legionella*-Isolaten

Vermerk über Minderbefunde

**Unterschrift oder Freigabe/Genehmigung mit Datum des Prüfberichtes**



## Anhang 3      Randbedingungen und Inhalte von Schulungen für die Probenahme

Tabelle:                      Randbedingungen und Inhalte von Schulungen für die Probenahme von Wasser zum Nachweis der Qualifizierung nach dieser Empfehlung

Thema	Empfohlene Dauer [min]
<b>Regelwerke</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetzliche Vorgaben</li> <li>• Normen zur Probenahme von Wasser</li> </ul>	30
<b>Anforderungen an die Probenahme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung, Auswahl von repräsentativen Stellen</li> <li>• Probenahmeausrüstung und Vorbereitung</li> </ul>	45
<b>Durchführung der Probenahme und Probenvorbehandlung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenahme von Abwasser und von Oberflächenwasser</li> <li>• Homogenisierung, Probenteilung, Beschriftung der Probengefäße</li> <li>• Probenahmeprotokoll und Dokumentierung der Probenahme</li> <li>• Transport und Lagerung der Wasserprobe</li> </ul>	30
<b>Grundlagen der Hygiene und der Mikrobiologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine mikrobiologische Grundlagen</li> <li>• Merkmale, Vorkommen und gesundheitliche Aspekte der Legionellen</li> </ul>	45
<b>Probenahme nach DIN EN ISO 19458:2006-12 für mikrobiologische Untersuchungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenahmegeräte, Probengefäße</li> <li>• Durchführung unter sterilen Bedingungen</li> <li>• Entnahme an Entnahmearmaturen nach Zweck a (inkl. Dauerläufer)</li> <li>• Entnahme einer Schöpfprobe aus Behältern, Kanälen und Gewässern</li> </ul>	60
<b>Vor-Ort-Messungen (beispielhaft)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wassertemperatur</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• elektrische Leitfähigkeit</li> <li>• freies Chlor</li> </ul>	30
<b>Qualitätssicherungs- und Qualitätskontrollmaßnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Qualitätssichernde Maßnahmen</li> <li>• Qualitätskontrollmaßnahmen</li> </ul>	45
<b>Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Persönliche Schutzausrüstung (PSA)</li> <li>• Gefährdungsbeurteilung der Probenahmestellen und der Probenahmedurchführung</li> </ul>	30
<b>Praktischer Teil mit Übungen zur Probenahme und Messung von Vor-Ort-Parametern</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenahme an Entnahmearmaturen nach DIN EN ISO 19458:2006-12 Zweck a (inkl. Dauerläufer)</li> <li>• Entnahme einer Schöpfprobe, z. B. aus Behältern, Kanälen und Gewässern</li> <li>• Physikalische und chemische Vor-Ort-Messungen</li> </ul>	2 x 45

### **Anforderungen an die Schulungsanbieter**

Referentinnen und Referenten müssen über einschlägige fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Probenahme für chemisch-physikalische und mikrobiologische Untersuchungen verfügen.

Als Nachweis der erforderlichen Qualifikation von Referierenden 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 technischen Bereich sowie über wasserführende technische Anlagen
- mindestens fünfjährige Berufserfahrung innerhalb der letzten zehn Jahre im Bereich der Wasserhygiene und Umweltmikrobiologie

Die Bestimmung der erforderlichen Sachkunde kann mit folgenden Unterlagen geführt werden:

- Zeugnisse der Ausbildung
- Arbeitszeugnisse und Beschäftigungsnachweise

## Anhang 4 Beispiele zur Ermittlung eines Ergebnisses

Beispiele zur Ermittlung eines Ergebnisses zur Bestimmung von Legionellen in Oberflächenwasser und in Abwasser

### Beispiel 1: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	12	8	0	0	0	0	0	0
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	12	8	0	0		0	0	
Zwischenergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	60	40	< 1.000	< 100			< 1.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	ja	nein	nein	nein			nein	
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	60							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	20							
ergebnis-relevante LEG-KBE	12							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja      Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	x geringe    o erhöhte    o stark erhöhte    o hohe    o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis-relevanten Nicht-LEG	x nein	o ja o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein	o ja o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 2: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	3	nicht auswertbar	0	0	0	0	0
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-	3	-	0		0	0	
Zwischenergebnis je Ansatz KBE/100 ml	nicht auswertbar	15	nicht auswertbar	< 100			< 1.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	nein	ja	nein	nein			nein	
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	15							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	20							
ergebnis-relevante LEG-KBE	3							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja      Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	o geringe   x erhöhte      o stark erhöhte   o hohe   o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis-relevanten Nicht-LEG	x nein	o ja o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein	o ja o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 3: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	nicht auswertbar	nicht auswertbar	0	0	0	0	0
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	2	-	0	0		0	0	
Zwischenergebnis je Ansatz KBE/100 ml	10	nicht auswertbar	nicht auswertbar	< 100			< 1.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	ja	nein	nein	nein			nein	
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	10							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	20							
ergebnis-relevante LEG-KBE	2							
Zwischenablesung relevant	<input type="radio"/> nein	<input checked="" type="radio"/> ja      Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	<input type="radio"/> geringe <input type="radio"/> erhöhte    x stark erhöhte <input type="radio"/> hohe <input type="radio"/> sehr hohe							
Angaben zu ergebnis-relevanten Nicht-LEG	<input type="radio"/> nein	<input checked="" type="radio"/> ja x hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen <input type="radio"/> Schimmelpilze <input type="radio"/> schwärmende Bakterien <input type="radio"/> schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 <input type="radio"/> <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 <input type="radio"/> <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 4: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	nicht auswertbar	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	<b>nein</b>	<b>nein</b>	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	ja	ja	<b>nein</b>	<b>nein</b>	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-	-	0	<b>0</b>		0	0	
Zwischenergebnis je Ansatz KBE/100 ml	nicht auswertbar	nicht auswertbar	<1.000	<b>&lt; 100</b>			< 1.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	nein	nein	nein	<b>ja</b>			nein	
<b>Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]</b>	<b>&lt; 100</b>							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	1,0							
ergebnis-relevante LEG-KBE	0							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja                    Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	o geringe   o erhöhte   o stark erhöhte   x hohe   o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis-relevanten Nicht-LEG	x nein	o ja  o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein	o ja  o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 5: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	nicht auswertbar	0	0	1	0	0	0
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-	-	0	1		0	0	
Zwischenergebnis je Ansatz KBE/100 ml	nicht auswertbar	nicht auswertbar	<1.000	100			< 1.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	nein	nein	nein	ja			nein	
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	100							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	1,0							
ergebnis-relevante LEG-KBE	1							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja      Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	o geringe    o erhöhte    o stark erhöhte    x hohe    o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis-relevanten Nicht-LEG	x nein	o ja  o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein	o ja  o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten



**Beispiel 6: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	nicht auswertbar	0	<b>0</b>	<b>2</b>	0	1	1
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	<b>nein</b>	<b>nein</b>	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (+ / -)	ja	ja	nein	<b>nein</b>	<b>nein</b>	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-	-	0	<b>2</b>		0	2	
Zwischen-ergebnis je Ansatz KBE/100 ml	nicht auswertbar	nicht auswertbar	<1.000	<b>200</b>			2.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	nein	nein	nein	<b>ja</b>			nein	
<b>Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. KBE/100 ml</b>	<b>200</b>							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	1,0							
ergebnis-relevante LEG-KBE	2							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja                    Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	o geringe    o erhöhte    o stark erhöhte    x hohe    o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis-relevanten Nicht-LEG	x nein	o ja  o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Angaben zum Minderbefund	x nein	o ja  o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 7: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	nicht auswertbar	nicht auswertbar	12	15	0	0	0
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (+ / -)	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-	-	-	27		0	0	
Zwischen-ergebnis je Ansatz KBE/100 ml	nicht auswertbar	nicht auswertbar	nicht auswertbar	2.700			<1.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	nein	nein	nein	ja			nein	
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	2.700							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	1,0							
ergebnis-relevante LEG-KBE	27							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja                    Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	x geringe    o erhöhte    o stark erhöhte    o hohe    o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis- relevanten Nicht-LEG	o nein	x ja  o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien x schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	o nein	x ja  x <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit    KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 8: Untersuchung nach Matrix B (z. B. Oberflächenwasser)**

Ansatz	E.1.2.2 MF/SB	E.1.3.2 MF/WB	E.1.1 DA/OB	E.1.2.1 DA/WB			E.1.3.1 DA/SB	
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	20	20	0,1	0,5	0,5	0,1	0,05	0,05
Anzahl der LEG-KBE	nicht auswertbar	nicht auswertbar	nicht auswertbar	13	11	1	4	7
KBE aus Zwischenablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (+ / -)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-	-	-	24		1	11	
Zwischenergebnis je Ansatz KBE/100 ml	nicht auswertbar	nicht auswertbar	nicht auswertbar	2300			11.000	
Ansatz ergebnis-relevant (ja / nein)	nein	nein	nein	nein			ja	
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. KBE/100 ml	11.000							
ergebnis-relevantes Volumen [ml]	0,1							
ergebnis-relevante LEG-KBE	11							
Zwischenablesung relevant	x nein	o ja      Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Nennung der MU	x geringe      o erhöhte      o stark erhöhte      o hohe      o sehr hohe							
Angaben zu ergebnis- relevanten Nicht-LEG	x nein	o ja o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.						
Differenzierung von <i>Legionella</i>	o nein	x ja o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 x <i>Legionella</i> non-pneumophila						

LEG = *Legionella*      Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

MU = Messunsicherheit      KBE = koloniebildende Einheiten

**Beispiel 9: Untersuchung nach Matrix C (z. B. Abwasser)**

Ansatz	E.1.2.1 DA/WB								E.1.3.1 DA/SB						E.1.4 DA/HSB					
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	0,5	0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001
Anzahl der LEG-KBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KBE aus Zw.ablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Zw.ergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	< 100								< 1.000						< 1.000					
ergebnis-relevanter Ansatz (ja / nein)	ja								nein						nein					
Endergebnis: Legionella spp. [KBE/100 ml]	< 100																			
ergebnisrelevantes Volumen [ml]	1,0																			
ergebnisrelevante LEG-KBE	0																			
Zw.ablesung relevant	x nein		o ja Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Nennung der Messunsicherheit	o geringe MU o erhöhte MU o stark erhöhte MU x hohe MU o sehr hohe MU																			
Angaben zu ergebnisrelevante. Nicht-LEG	x nein		o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Differenzierung von Legionella	x nein		o ja o L. pneumophila, Sg 1 o L. pneumophila, nicht Sg 1 o Legionella non-pneumophila																	

n.a. = nicht auswertbar LEG = *Legionella* KBE = koloniebildende Einheiten MU = Messunsicherheit Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

**Beispiel 10: Untersuchung nach Matrix C (z. B. Abwasser)**

Ansatz	E.1.2.1 DA/WB								E.1.3.1 DA/SB						E.1.4 DA/HSB					
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	0,5	0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001
Anzahl der LEG-KBE	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
KBE aus Zw.ablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Anzahl LEG-KBE für MU	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Zw.ergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	-								-						-					
ergebnis-relevanter Ansatz (ja / nein)	nein								nein						nein					
<b>Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]</b>	<b>nicht auswertbar; Nachprobe erforderlich</b>																			
ergebnisrelevantes Volumen [ml]	-																			
ergebnisrelevante. LEG-KBE	-																			
Zw.ablesung relevant	x nein		o ja      Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Nennung der Messunsicherheit	o geringe MU    o erhöhte MU    o stark erhöhte MU      o hohe MU      o sehr hohe MU																			
Angaben zu ergebnisrelevante Nicht-LEG	o nein		x hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen   x Schimmelpilze   x schwärmende Bakterien   x schnell wachsende Bakterienkolonien																	
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein		o ja      o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1    o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1      o <i>Legionella</i> non-pneumophila																	

n.a. = nicht auswertbar LEG = *Legionella* KBE = koloniebildende Einheiten MU = Messunsicherheit Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

**Beispiel 11: Untersuchung nach Matrix C (z. B. Abwasser)**

Ansatz	E.1.2.1 DA/WB								E.1.3.1 DA/SB						E.1.4 DA/HSB					
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	0,5	0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001
Anzahl der LEG-KBE	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KBE aus Zw.ablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-		-		-		-		0		0		0		0		0		0	
Zw.ergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	-								< 1.000						< 1.000					
ergebnis-relevanter Ansatz (ja / nein)	nein								ja						nein					
Endergebnis: Legionella spp. [KBE/100 ml]	< 1.000																			
ergebnisrelevantes Volumen [ml]	0,1																			
ergebnisrelevante LEG-KBE	0																			
Zw.ablesung relevant	x nein		o ja Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Nennung der Messunsicherheit	o geringe MU o erhöhte MU o stark erhöhte MU o hohe MU x sehr hohe MU																			
Angaben zu ergebnisrelevante Nicht-LEG	x nein		o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Differenzierung von Legionella	x nein		o ja o L. pneumophila, Sg 1 o L. pneumophila, nicht Sg 1 o Legionella non-pneumophila																	

n.a. = nicht auswertbar LEG = *Legionella* KBE = koloniebildende Einheiten MU = Messunsicherheit Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

**Beispiel 12: Untersuchung nach Matrix C (z. B. Abwasser)**

Ansatz	E.1.2.1 DA/WB								E.1.3.1 DA/SB						E.1.4 DA/HSB					
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	0,5	0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001
Anzahl der LEG-KBE	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
KBE aus Zw.ablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	-		-		-		-		1		1		1		1		1		0	
Zw.ergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	-								2.500						1.700					
ergebnis-relevanter Ansatz (ja / nein)	nein								ja						nein					
Endergebnis: Legionella spp. [KBE/100 ml]	2.500																			
ergebnisrelevante Volumen [ml]	0,122																			
ergebnisrelevante LEG-KBE	3																			
Zw.ablesung relevant	x nein		o ja Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Nennung der Messunsicherheit	o geringe MU o erhöhte MU o stark erhöhte MU o hohe MU x sehr hohe MU																			
Angaben zu ergebnisrelevante Nicht-LEG	x nein		o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Differenzierung von Legionella	x nein		o ja o L. pneumophila, Sg 1 o L. pneumophila, nicht Sg 1 o Legionella non-pneumophila																	

n.a. = nicht auswertbar LEG = *Legionella* KBE = koloniebildende Einheiten MU = Messunsicherheit Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

**Beispiel 13: Untersuchung nach Matrix C (z. B. Abwasser)**

Ansatz	E.1.2.1 DA/WB								E.1.3.1 DA/SB						E.1.4 DA/HSB					
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	0,5	0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001
Anzahl der LEG-KBE	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
KBE aus Zw.ablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	2		0		0		0		0		0		0		2		0		0	
Zw.ergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	200								< 1.000						2.000					
ergebnis-relevanter Ansatz (ja / nein)	ja								nein						nein					
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	200																			
ergebnisrelevante Volumen [ml]	1,0																			
ergebnisrelevante LEG-KBE	2																			
Zw.ablesung relevant	x nein		o ja Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Nennung der Messunsicherheit	o geringe MU o erhöhte MU o stark erhöhte MU x hohe MU o sehr hohe MU																			
Angaben zu ergebnisrelevante Nicht-LEG	x nein		o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein		o ja o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila																	

n.a. = nicht auswertbar LEG = *Legionella* KBE = koloniebildende Einheiten MU = Messunsicherheit Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)



**Beispiel 14: Untersuchung nach Matrix C (z. B. Abwasser)**

Ansatz	E.1.2.1 DA/WB								E.1.3.1 DA/SB						E.1.4 DA/HSB					
Volumen [ml] auf GVPC-Platte	0,5	0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001	0,05	0,05	0,01	0,01	0,001	0,001
Anzahl der LEG-KBE	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
KBE aus Zw.ablesung (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Relevanz der Nicht-LEG (ja / nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Anzahl LEG-KBE für MU	2		1		0		0		0		0		0		2		1		0	
Zw.ergebnis je Ansatz [KBE/100 ml]	250								<1.000						2.500					
ergebnis-relevanter Ansatz (ja / nein)	ja								nein						nein					
Endergebnis: <i>Legionella</i> spp. [KBE/100 ml]	250																			
ergebnisrelevantes Volumen [ml]	1,2																			
ergebnisrelevante LEG-KBE	3																			
Zw.ablesung relevant	x nein		o ja Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Nennung der Messunsicherheit	o geringe MU o erhöhte MU o stark erhöhte MU x hohe MU o sehr hohe MU																			
Angaben zu ergebnisrelevante Nicht-LEG	x nein		o hohe Anzahl an Nicht-Zielorganismen o Schimmelpilze o schwärmende Bakterien o schnell wachsende Bakterienkolonien => Ein Minderbefund ist nicht auszuschließen.																	
Differenzierung von <i>Legionella</i>	x nein		o ja o <i>L. pneumophila</i> , Sg 1 o <i>L. pneumophila</i> , nicht Sg 1 o <i>Legionella</i> non-pneumophila																	

n.a. = nicht auswertbar LEG = *Legionella* KBE = koloniebildende Einheiten MU = Messunsicherheit Nicht-LEG = nicht *Legionella* (Nicht-Zielorganismen)

# IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK NRW) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@lanuk.nrw.de">poststelle@lanuk.nrw.de</a>
Projektbearbeitung	Die Erarbeitung der Inhalte und die inhaltliche Abstimmung erfolgte durch eine Arbeitsgruppe unter Leitung des LANUK, Fachgebiet Umweltmikrobiologie.
Projektleitung	Dr. Susanne Grobe, Dipl.-Biol. Bernd Schwanke (beide LANUK)
Arbeitsgruppe	Dr. Gregor Braun, Dr. Barbara Dericks, M.Sc. Irina Quade (alle LANUK) Dr. Jan Frösler (IWW Zentrum Wasser) Dr. Christoph Koch, Dr. Stefan Pleischl (beide Institut für Hygiene und Public Health der Universität Bonn) Dipl.-Biol. Bettina Langer (Sachverständige, Düsseldorf)
Stand	Januar 2026
Titelbild	LANUK
ISSN	3052-8569 (Online), LANUK-Arbeitsblätter

Landesamt für Natur, Umwelt und Klima  
Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10  
45659 Recklinghausen  
Telefon 02361 305-0  
[poststelle@lanuk.nrw.de](mailto:poststelle@lanuk.nrw.de)

[www.lanuk.nrw.de](http://www.lanuk.nrw.de)

---