

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

Diese Empfehlung ersetzt die Empfehlung vom 02.06.2017

A Einleitung

Verdunstungskühlanlagen sind Anlagen bei denen durch Verdunstung von Wasser Wärme an die Umgebungsluft abgeführt wird. Sie enthalten u.a. eine Verrieselungs- oder Verregnungs-einrichtung für Kühlwasser und einen Wärmeüberträger. In der 42. Bundesimmissionsschutzverordnung (42. BImSchV) wurden Verdunstungskühlanlagen, bei denen der Luftzug zur Kühlung des Wassers im Wesentlichen durch den natürlichen Zug, der im Kaminbau der Anlage erzeugt wird, erfolgt und die eine Kühlleistung von mehr als 200 MW je Luftaustritt besitzen, als Kühltürme definiert (§ 2 42. BImSchV). Die Anforderungen an Verdunstungskühlanlagen sind in der VDI 2047 Blatt 2 und für Kühltürme in der VDI 2047 Blatt 3 beschrieben.

Nassabscheider sind Anlagen, in denen ein Gasstrom mit einem Flüssigkeitsstrom in Kontakt gebracht wird, um Bestandteile des Gasstroms in der Flüssigkeit aufzunehmen. Bei den übergehenden Bestandteilen des Gasstromes kann es sich um feste, flüssige oder gasförmige Stoffe handeln (§ 2 42. BImSchV). Die Anforderungen an Anlagen zur Abscheidung partikelförmiger Verunreinigungen aus einem Gas beschreibt die VDI 3679 Blatt 1; an Anlagen zur Abscheidung gasförmiger Verunreinigungen die VDI 3679 Blatt 2.

Sowohl Verdunstungskühlanlagen als auch Kühltürme und Nassabscheider können eine Quelle für Legionellen-haltige Aerosole darstellen.

Um das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch solche Anlagen zu minimieren, wird durch die 42. BImSchV eine Melde- und Überwachungspflicht eingeführt.

Neben technischen Anforderungen an die Anlagen wird eine regelmäßige Untersuchung des Nutzwassers (Kühlwasser bzw. Waschflüssigkeit) u.a. auf Legionellen gefordert.

Daher ist es besonders wichtig, dass die Probenahme und die Untersuchung auf Legionellen nach einheitlichen Vorgaben ablaufen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen unterschiedlichen Laboratorien zu gewährleisten.

Die Vorgaben dieser Empfehlung dienen dem Ziel einer einheitlichen Probenahme, Analytik, Auswertung und Ergebnisangabe.

B Anforderungen an die Prüflaboratorien

In der 42. BImSchV ist in § 3 Absatz 8 festgelegt, dass der Betreiber die Laboruntersuchungen und die dafür erforderlichen Probenahmen jeweils von einem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflaboratorium durchführen lassen muss.

Der Betreiber der Anlage kann somit ein Prüflaboratorium beauftragen, welches für Probenahme und mikrobiologische Untersuchung von Nutzwasser gemäß 42. BImSchV akkreditiert ist. Alternativ kann der Betreiber auch zwei getrennte Prüflaboratorien beauftragen, von denen eines für die Probenahme von Nutzwasser und das andere für die Probenahme und die mikrobiologische Untersuchung von Nutzwasser, jeweils gemäß 42. BImSchV, akkreditiert ist. Eine Unterauftragsvergabe durch ein Prüflaboratorium an ein anderes Prüflaboratorium ist nicht zulässig.

Das Prüflaboratorium muss unabhängig und zuverlässig sein.

Die Unabhängigkeit des Prüflaboratoriums setzt voraus, dass bei diesem keine über das fachliche Interesse hinausgehenden eigenen Motive (Interessen) im Hinblick auf das konkrete Ergebnis der Untersuchung einer Anlage bestehen und alle Mitarbeitenden des Laboratoriums inklusive der Probenehmer keiner Einflussnahme Dritter ausgesetzt sind, welche die fachlich korrekte Durchführung der Untersuchung beeinträchtigen können. Die Akzeptanz der Prüfung erfordert, dass auch der Anschein der Beeinträchtigung vermieden wird. Mitarbeitende des Prüflaboratoriums einschließlich der Probenehmer dürfen darum in der Regel ¹ nicht in einem Arbeits- oder Dienstleistungsverhältnis zum Betreiber der geprüften Anlage oder dem Auftraggeber der Untersuchung stehen und dürfen nicht wirtschaftlich abhängig von einem anderen Dienstleister des Betreibers oder Auftraggebers sein.

Die erforderliche Zuverlässigkeit eines Mitarbeitenden ist in der Regel nicht gegeben, wenn er/sie Untersuchungsergebnisse vorsätzlich oder grob fahrlässig verändert oder nicht vollständig wiedergegeben hat; wiederholt gegen Anforderungen des technischen Regelwerkes, die für die Richtigkeit der Prüfergebnisse relevant sind, verstoßen hat; oder Dokumentationen und Berichterstattungen zu Untersuchungen wiederholt mit erheblichen oder schwerwiegenden Mängeln erstellt hat.

¹ Soweit im Ausnahmefall eine Abweichung von dieser Regel besteht, ist dies im Prüfbericht explizit auszuweisen

Die erforderliche Zuverlässigkeit ist in der Regel darüber hinaus nicht gegeben, wenn ein Probenehmer falsche Angaben über seine Fachkunde (siehe B. 2) macht, wiederholt vorsätzlich oder grob fahrlässig gegen Vorgaben des Prüflaboratoriums und / oder dieser Empfehlung verstößt oder ihm bekannte Einschränkungen seiner Unabhängigkeit im Einzelfall gegenüber dem Prüflaboratorium nicht offen legt².

B.1 Anforderungen an das Analytik-Prüflaboratorium

Für den Nachweis von Legionellen in Kühlwässern von Verdunstungskühlanlagen und Kühltürmen sowie in Waschflüssigkeiten von Nassabscheidern kann nur ein Prüflaboratorium beauftragt werden, das für mikrobiologische Untersuchungen von Nutzwasser gemäß 42. BImSchV akkreditiert ist³.

Da das Labor dafür verantwortlich ist, dass von der Probenahme bis zum Prüfbericht alle rechtlichen und normativen Anforderungen erfüllt sind, muss das Analytik-Prüflaboratorium auch für die Probenahme akkreditiert sein ⁴(siehe B.2).

Es ist davon auszugehen, dass diese Prüflaboratorien auch fachgerecht Untersuchungen des Zusatzwassers auf Legionellen durchführen können. Dabei werden die in E.2 und E.3 aufgeführten Ansätze zum Nachweis von Legionellen angewendet.

B.2 Anforderungen an das probennehmende Prüflaboratorium

Für die Probennahme zum Nachweis von Legionellen in Nutzwässern kann nur ein Prüflaboratorium beauftragt werden, das für die Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen von Nutzwasser gemäß 42. BImSchV akkreditiert ist¹.

Dabei kann es sich um ein Prüflaboratorium handeln, das nur für die Probennahme von Nutzwasser akkreditiert ist, oder um ein Prüflaboratorium, das eine Akkreditierung sowohl für die mikrobiologischen Untersuchungen (siehe B.1) als auch für die Probenahme von Nutzwasser gemäß 42. BImSchV besitzt.

Die Probenehmer müssen in das Managementsystem nach DIN EN ISO/IEC 17025 des Prüflaboratoriums eingebunden sein.

² Die abschließende Bewertung der Unparteilichkeit eines Probenehmers obliegt gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Abschnitt 4.1, dem Prüflaboratorium. Entsprechend obliegt es dem Prüflaboratorium auch die Unabhängigkeit des Probenehmers nachzuweisen.

³ Der Akkreditierungsbereich des Labors kann unter www.dakks.de/content/akkreditierte-stellen-dakks eingesehen werden

⁴ Prüflaboratorien, die bisher ausschließlich für die mikrobiologischen Untersuchungen von Nutzwasser gemäß 42. BImSchV akkreditiert sind, müssen bis zum 31.12.2021 den Akkreditierungsumfang angepasst haben.

Fachlich müssen Probenehmer über Kenntnisse sowohl hinsichtlich der Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen generell als auch hinsichtlich der spezifischen Anforderungen bei der Probenahme in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern verfügen. Von dieser Qualifikation kann ausgegangen werden, wenn sie entweder erfolgreich an einer Probenehmerschulung für Trinkwasser teilgenommen haben und eine Qualifikation gemäß der Schulung nach VDI 2047 MT Blatt 4 (vor Januar 2019 in VDI 2047 Blatt 2 integriert) besitzen oder eine spezielle Probenehmerschulung für Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider erfolgreich absolviert haben, welche die Mindestanforderungen nach Anlage 3 erfüllt. Das Prüflaboratorium ist für die Einhaltung der inhaltlichen Anforderungen - durch Dokumentation der in Anlage 3 genannten Schulungsinhalte auf dem Veranstaltungsnachweis - verantwortlich.

C Anforderungen an die Durchführung der Probenahme

Bei der Probenahme sind die Vorgaben der DIN EN ISO 19458 (K 19) einzuhalten.

Generell muss darauf geachtet werden, dass der Zeitpunkt der Probenahme den Normalbetrieb der Anlagen widerspiegelt.

Es muss eine Probe von mindestens 100 ml Probenvolumen genommen werden.

C.1 Probenahmeplanung und Biozidinaktivierung

Bei Anlagen, in denen Biozide eingesetzt werden, sollte die Probenahme zeitlich vor einer Biozidzugabe erfolgen. Bei regelmäßiger Biozidzugabe sollte das Zeitfenster zwischen Dosierung und Probenahme so groß wie möglich gehalten werden. Es ist insbesondere zu vermeiden, eine Probe kurz nach einer erfolgten Bioziddosierung zu entnehmen.

Bei Proben, die Biozide enthalten, muss das Biozid bei der Probenahme soweit möglich inaktiviert werden. Dies muss bereits bei der Planung der Probenahme berücksichtigt werden. Das Prüflaboratorium muss daher vor der Probenahme durch den Betreiber informiert werden, welche Biozidwirkstoffe in welcher Konzentration eingesetzt werden.

Oxidative Biozide wie Chlor/Hypochlorit, Chlordioxid oder Ozon können durch Natriumthiosulfat inaktiviert werden, Wasserstoffperoxid durch Katalase inaktiviert werden.

Das Vorgehen zur Inaktivierung von Bioziden muss in der entsprechenden Prüfanweisung des Prüflaboratoriums zur Probenahme beschrieben werden.

Für nicht oxidative Biozide gibt es derzeit noch kein in der Praxis anwendbares Verfahren zur Inaktivierung⁵.

Daher muss eine Probe, die nicht-oxidative Biozide enthält am Tag der Probenahme schnellstmöglich untersucht werden, um eine weitere Inaktivierung der Legionellen und damit einen Minderbefund zu vermeiden. Auf das Problem der fehlenden Inaktivierung der Biozide ist im Prüfbericht (siehe C.3) hinzuweisen.

C.2 Probenahmestellen und Art der Probenahme

Die Auswahl der Probenahmestellen bei Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheider ist unter anderem abhängig von den bau- und betriebstechnischen Gegebenheiten.

Die Probennahme erfolgt immer an derselben Probenahmestelle oder denselben Probenahmestellen. Die Probenahmestellen müssen vor Ort oder auf einem Anlagenplan dauerhaft und eindeutig gekennzeichnet sein und müssen im Probenahmeprotokoll sowie im Prüfbericht exakt bezeichnet werden. Eine eindeutige Zuordnung einer Probe zur jeweiligen Probenahmestelle muss gegeben sein. Auch die Art der Probenahme ist im Probenahmeprotokoll zu dokumentieren (siehe C.3).

Die Probenahme des Zusatzwassers sollte möglichst kurz vor der Einspeisung in den Nutzwasserkreislauf erfolgen, um auch den Einfluss der Zuwasserleitung bis hin zur Anlage und ggf. der Wasseraufbereitung beurteilen zu können.

C.2.1 Verdunstungskühlanlagen und Kühltürme

Die Probe wird vorzugsweise aus dem Kühlwasser zwischen Pumpe und Versprühung/ Verrieselung entnommen. An dieser Stelle ist daher eine Probenahmemöglichkeit (desinfizierbare, vorzugsweise abflammbare Entnahmearmatur) vorzusehen. Die Probenahmestelle muss in Strömungsrichtung vor der Bioziddosierstelle liegen, damit die Probe nicht durch die Bioziddosierung verfälscht wird. Ferner ist darauf zu achten, dass an der Probenahmestelle repräsentativ Kühlwasser beprobt wird. Die Probenahmestelle sollte daher nicht in der Nähe des Eintritts des Zusatzwassers liegen. Die Durchführung der Probenahme erfolgt wie eine Probenahme aus Entnahmearmaturen nach DIN EN ISO 19458 Zweck a. Es ist auch eine Probenahme an Dauerläufern möglich.

⁵Im Rahmen eines UFOPLAN Vorhabens wurde eine Neutralisierungsmischung zur Inaktivierung oxidativer und folgender nicht oxidativer Biozide entwickelt: Isothiazolinone, Dibromnitrilopropionamid (DBNPA, 2,2-Dibrom-2-cyanacetamid), 2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol (Bronopol) und quaternäre Ammoniumsalze. Vor einer Anwendung dieser Neutralisationsmischung in der Praxis müssen aber noch einige Fragen geklärt werden. Dies betrifft zum einen die Haltbarkeit der eingesetzten Substanzen und zum anderen Hemmeffekte auf bestimmte Legionellenstämme. Daher kann der Einsatz dieser Neutralisierungsmischung noch nicht empfohlen werden.

Sollte die Probenahme nicht über eine Entnahmearmatur erfolgen können, kann alternativ verrieseltes Kreislaufwasser oder eine Schöpfprobe aus der Kühlturmtasse entnommen werden. Zur Probenahme aus der Kühlturmtasse werden Behälter oder Schöpfbecher verwendet, die innen und außen steril sind. Bei der Probenahme ist darauf zu achten, dass keine Ablagerungen insbesondere Biofilme in die Wasserprobe gelangen. Daher sollte die Probenahme mit einer Probenahmestange (d.h. nicht direkt am Rand der Tasse) 10 cm – 30 cm unterhalb der Wasseroberfläche erfolgen (siehe DIN EN ISO 19458 Kapitel 4.4 Befüllung). Enthält der Probenahmebehälter ein Inaktivierungsmittel für Biozide, muss darauf geachtet werden, dass dieses bei der Probenahme nicht ausgespült wird.

C.2.2 Nassabscheider

Bei Nassabscheidern ist eine große Anzahl an Varianten und Bauformen anzutreffen. Auch Kombinationen von Nassabscheidern zur Partikelentfernung (Entstaubung) und zur Abscheidung von Schadgasen (z.B. Ammoniak) sind vorzufinden. Die Waschflüssigkeit kann Wasser sein, es können je nach verfahrenstechnischer Anforderung auch saure oder alkalische Lösungen oder Lösungsmittel zum Einsatz kommen. In der Regel sind den Anlagen Tropfenabscheider nachgeschaltet.

Im Vorfeld der Probenahme ist abzuklären, an welcher Stelle eine Probe der Waschflüssigkeit mit welcher Probenahmetechnik entnommen werden kann, um eine repräsentative Wasserprobe zu erhalten.

Bei einigen Abscheidertypen ist es möglich, die Probe im laufenden Betrieb über eine Entnahmearmatur zu entnehmen. Wenn nicht, empfiehlt es sich, die Probe bei unmittelbar zuvor abgeschalteter Anlage über die Inspektionsöffnung zu entnehmen. Nach dem Öffnen wird eine Schöpfprobe nach DIN EN ISO 19458 entnommen. Zur Probenahme werden Behälter oder Schöpfbecher verwendet, die innen und außen steril sind. Es ist darauf zu achten, dass keine Ablagerungen insbesondere Biofilme in die Wasserprobe gelangen und dass Inaktivierungsmittel für Biozide bei der Probenahme nicht ausgespült werden.

C.3 Probenahmeprotokoll

Das Probenahmeprotokoll muss mindestens folgende Punkte 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 Probenehmers
- Art der Probe (z.B. Kühlwasser, Waschflüssigkeit, Zusatzwasser)

- Probennahmetechnik
(z.B. an Armatur oder Schöpfprobe, Art der Desinfektion)
- Temperatur des Wassers bei Probenahme
- Auffälligkeiten bei der Probenahme, die das Ergebnis beeinflussen könnten
- Transportbedingungen (siehe D)

Um eine einwandfreie Inaktivierung der eingesetzten Biozide nachvollziehen zu können, müssen auch folgende Angaben aufgenommen werden:

- Art der eingesetzten Biozidprodukte mit Angabe des Wirkstoffs bzw. der Wirkstoffe
- Dosierkonzentration bzw. Dosiertechnik (z.B. manuell, automatische Dosiereinrichtung, nach Zeitintervallen, ereignisgesteuert) der in der Anlage eingesetzten Biozide
- Zeitpunkt der letzten Bioziddosierung
- Zeitpunkt der nächsten Bioziddosierung und/oder Dosierintervall
- ggf. Art und Konzentration des verwendeten Inaktivierungsmittels

Die Angaben im Probenahmeprotokoll müssen in den Prüfbericht übernommen oder das Probenahmeprotokoll als Anlage zum Bericht beigelegt werden.

Falls eine der vorstehenden Informationen nicht vorliegt, ist dies explizit im Probenahmeprotokoll und im Prüfbericht auszuweisen.

Bei fehlender oder zweifelhafter Inaktivierung der eingesetzten Biozide ist folgende Anmerkung aufzunehmen:

„Das Ergebnis steht unter dem Vorbehalt, dass eine Inaktivierung der eingesetzten Biozide nicht erfolgte oder nicht ausreichend war. Nicht inaktivierte Biozide können zu einem Minderbefund führen.“

D Transport und Lagerung der Proben

Die Zeit zwischen der Probenahme und der Analyse im Labor ist so kurz wie möglich zu halten. Die Probe sollte vorzugsweise innerhalb von 24 h nach Probenahme im Labor angesetzt werden; jedoch nicht später als 48 h nach Probenahme. Bei fehlender Biozidinaktivierung ist die Probe am Tag der Probenahme anzusetzen (siehe C.1).

Der Transport der Probe muss nach DIN EN ISO 19458 erfolgen d.h. die Probe muss während des Transports - idealerweise auf $(5 \pm 3) ^\circ\text{C}$ - gekühlt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Probe nicht gefroren und vor Sonnenlicht geschützt wird. Bei längeren Transportzeiten (> 8 h) muss die Temperatur überwacht und aufgezeichnet werden.

Die Transportbedingungen müssen im Probenahmeprotokoll dokumentiert werden.

Datum und Zeitpunkt des Probeneingangs ins Labor muss dokumentiert werden.

Die Lagerung der Probe im Labor muss bei $(5 \pm 3) ^\circ\text{C}$ erfolgen.

E Nachweis von Legionellen durch Kultivierung

Für die routinemäßige Überwachung von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern erfolgt der Nachweis der Legionellen (*Legionella* spp.) durch Kultivierung auf hochselektivem GVPC-Nährmedium gemäß den Vorgaben der DIN EN ISO 11731:2019⁶ (K 23). Für die Auswahl des geeigneten Nachweisverfahrens müssen dabei sowohl das Ausmaß der Begleitflora als auch die gewünschte Nachweisgrenze berücksichtigt werden.

Bei Proben aus Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern ist nicht auszuschließen, dass eine hohe Begleitflora vorliegt (nach DIN EN ISO 11731 „Wasser mit hoher Begleitflora“). Daher muss der Nachweis der Legionellen zur Reduktion der Begleitflora auf einem hochselektiven Nährmedium erfolgen und bei der Analyse sowohl eine Säure- als auch eine Wärmebehandlung angewendet werden.

Da für die Überprüfung der Anlagen ein weiterer Konzentrationsbereich von 10 KBE/100 ml bis zu > 10.000 KBE/100 ml bzw. > 50.000 KBE/100 ml (bei Kühltürmen) abgedeckt werden muss, müssen sowohl Verfahren mit niedriger Nachweisgrenze (Membranfiltration, siehe E.2) als auch Verfahren mit höherer Nachweisgrenze (Direktplattieren, siehe E.3) parallel angewendet werden.

Nährmedienplatten mit gleichem Volumen, gleicher Vorbehandlung, gleichem Nährmedium und gleichem Verfahren werden im Folgenden als ein Ansatz betrachtet.

Mit den in E.2 und E.3 vorgegebenen Ansätzen kann erfahrungsgemäß in ca. 80 % der Proben aus Verdunstungskühlanlagen und Kühltürmen ein quantitatives, statistisch abgesichertes Ergebnis erhalten werden (siehe auch E.6 und Anhang 1). Werden andere normkonforme Anreicherungsverfahren verwendet (z.B. Filtration mit Abwaschen der Membran entsprechend den Ansätzen 8-10 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731) muss mit einer großen Probenzahl (mindestens 1.000 Proben) nachgewiesen werden, dass vergleichbar zuverlässige Ergebnisse in belasteten Kühlwässern erhalten werden. Für die Berechnung des Ergebnisses und die Angaben im Prüfbericht müssen aber in jedem Fall die Vorgaben in E.6 und E.7 beachtet werden.

Bei Nassabscheidern hat die Praxiserfahrung gezeigt, dass bei einigen Anlagen mit den in E.2 und E.3 angegebenen Ansätzen aufgrund der sehr hohen Begleitflora kein Ergebnis erzielt werden kann und/oder eine Membranfiltration aufgrund der Beschaffenheit der Waschflüssigkeit nicht möglich ist. In diesen Fällen sollten bei zukünftigen Probenahmen an betroffenen Anlagen alternative Ansätze durchgeführt werden (siehe F.2).

⁶ Die DIN EN ISO 11731:2019 ist inhaltlich identisch mit der ISO 11731:2017

E.1 Probenvorbereitung und -behandlung

Die Probe wird durch kräftiges Schütteln gut homogenisiert. Unmittelbar vor Entnahme jeder Teilprobe für die Ansätze nach E.2 und E.3 muss die Probe erneut aufgeschüttelt werden.

Für die Wärmebehandlung wird ein Teilvolumen der Probe (z.B. 25 ml) in ein steriles Gefäß abgefüllt und dieses im Wasserbad bei $(50 \pm 1) ^\circ\text{C}$ über (30 ± 2) Minuten behandelt.

Die Einwirkzeit startet erst dann, wenn die genannte Temperatur in der Probe erreicht ist. Dies muss durch Messungen in einem gleich gestalteten Referenzgefäß mit gleichem Wasservolumen und gleicher Ausgangstemperatur sichergestellt werden. Das Teilvolumen wird unmittelbar anschließend sowohl für die Membranfiltration als auch für das Oberflächenverfahren verwendet.

Für die Säurebehandlung beim Oberflächenverfahren wird ein Teilvolumen der Probe im Verhältnis 1:10 mit Säurelösung (d.h. 1 Teil Probe und 9 Teile Säurelösung) verdünnt, gut gemischt und für $(5 \pm 0,5)$ Minuten inkubiert (Details siehe DIN EN ISO 11731).

Für die Membranfiltration wird die Säurebehandlung direkt nach dem Filtrieren der Probe im Filtrationsbehälter auf dem Membranfilter gemäß DIN EN ISO 11731 durchgeführt. Dazu erfolgt die Säurebehandlung für $(5 \pm 0,5)$ Minuten mit nachfolgendem Waschen des Membranfilters mit einer in der DIN EN ISO 11731, Anhang C genannten Verdünnungslösung.

E.2 Membranfiltration mit Auflegen des Membranfilters

Um Legionellenkonzentrationen im Bereich von ca. 100 KBE/100 ml mit einer akzeptablen Messunsicherheit nachweisen zu können und gleichzeitig die Gefahr von durch Begleitflora nicht auswertbaren Proben zu reduzieren, werden 20 ml Probe filtriert (siehe Tabelle im Anhang 1). Zur Reduktion der Begleitflora wird in einem Ansatz eine Säure- und in einem Ansatz eine Wärmebehandlung durchgeführt.

Damit ergeben sich folgende Ansätze für die Membranfiltration:

E.2.1 Nach Wärmebehandlung

(entspricht Verfahren 6 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Membranfiltration von 20 ml wärmebehandelter Probe mit anschließendem Auflegen auf eine GVPC-Nährmedienplatte

E.2.2 Mit Säurebehandlung

(entspricht Verfahren 7 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Membranfiltration von 20 ml unbehandelter Probe mit nachfolgender Säurebehandlung auf dem Filter und anschließendem Auflegen auf eine GVPC-Nährmedienplatte

Bei Anlagen mit nachweislich geringer Begleitflora können an Stelle der Ansätze mit 20 ml Probe Ansätze mit 100 ml Probe sinnvoll sein, um bei geringen Legionellenkonzentrationen die analytische Sicherheit zu erhöhen (siehe Tabelle im Anhang 1).

E.3 Direktes Ausplattieren/Oberflächenverfahren

Bei Anwendung des Oberflächenverfahrens werden Probenvolumina von 0,1 ml und 0,5 ml ausplattiert. Da beim Ausplattieren der unbehandelten Originalprobe die Nährmedienplatten erfahrungsgemäß oft überwachsen und daher nicht auswertbar sind, wird von der Originalprobe nur ein Ansatz mit 1 x 0,1 ml angesetzt.

Zur Reduktion der Begleitflora werden parallele Ansätze nach Wärme- und mit Säurebehandlung durchgeführt. Bei den Ansätzen nach Wärmebehandlung, die oft auswertbare Ergebnisse liefern, werden 2 x 0,5 ml und 1 x 0,1 ml eingesetzt, um die Wahrscheinlichkeit statistisch abgesicherter Ergebnisse zu erhöhen. Da die säurebehandelte Probe durch die Behandlung bereits 1:10 verdünnt ist, werden bei diesem Ansatz zwei Platten mit 0,5 ml angesetzt. Das ausplattierte Volumen der Originalprobe beträgt bei diesem Ansatz 2 x 0,05 ml, d.h. insgesamt 0,1 ml.

Damit ergeben sich folgende Ansätze für das Ausplattieren (Oberflächenverfahren):

E.3.1 Originalprobe

(entspricht Verfahren 1 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731 Anhang J)

Ansatz 0,1 ml: 1 x 0,1 ml unbehandelte Originalprobe auf GVPC

E.3.2 Nach Wärmebehandlung

(entspricht Verfahren 2 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Ansatz 0,1 ml: 1 x 0,1 ml wärmebehandelte Probe auf GVPC

Ansatz 1 ml: 2 x 0,5 ml wärmebehandelte Probe auf GVPC

E.3.3 Mit Säurebehandlung

(entspricht Verfahren 3 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Ansatz 1 ml: 2 x 0,5 ml säurebehandelte Probe auf GVPC

(Volumen Originalprobe im Ansatz: 2 x 0,05 ml = 0,1 ml)

E.4 Bestätigung verdächtiger Legionellenkolonien

Nährmedienplatten mit gleichem Volumen, gleicher Vorbehandlung, gleichem Nährmedium und gleichem Verfahren (z.B. 2 x 0,5 ml wärmebehandelte Probe auf GVPC-Nährmedium) sind ein Ansatz und werden zusammen ausgewertet.

Um den Arbeitsaufwand bei der Bestätigung verdächtiger Legionellenkolonien zu reduzieren, wird zunächst derjenige Ansatz für die Bestätigung ausgewählt, der – unter Berücksichtigung des eingesetzten Volumens der Probe – die höchste Legionellenkonzentration (KBE/100 ml) bei akzeptabler analytischer Sicherheit ergeben würde (siehe Tabellen im Anhang 1). D.h., es werden gegenüber Ansätzen mit 1 - 2 Kolonien solche Ansätze bevorzugt, die mindestens 3 Kolonien pro Ansatz und möglichst wenig Begleitflora (siehe E.5) aufweisen, gegebenenfalls auch dann, wenn auf diese Weise ein niedrigeres Endergebnis errechnet wird (siehe Anhang 2, Beispiel 12). Dies gilt in entsprechender Weise für Ansätze mit mindestens 10 Kolonien, die gegenüber Ansätzen mit 3 - 9 Kolonien bevorzugt werden.

Von dieser Platte/diesen Platten eines Ansatzes werden bei Vorliegen eines verdächtigen Kolonietyps drei verdächtige Kolonien und bei Vorliegen mehrerer verdächtiger Kolonietypen jeweils mindestens eine verdächtige Kolonie, wie in DIN EN ISO 11731 beschrieben, bestätigt. Ergeben sich dabei keine bestätigten Legionellen, müssen in entsprechender Weise verdächtige Kolonien von einem anderen Ansatz überprüft werden.

Ist absehbar, dass ein Endergebnis von > 10.000 KBE/100 ml bzw. > 50.000 KBE/100 ml erhalten wird, ist es hilfreich direkt 5 Kolonien zu bestätigen, die dann auch für die Differenzierung verwendet werden können (siehe E.8).

E.5 Berücksichtigung der Begleitflora

Die Vermehrung von Legionellen auf GVPC-Nährmedium 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. Die Messunsicherheit des Ergebnisses und das Risiko von Minderbefunden steigen mit der Konzentration der Begleitflora.

Insbesondere Schimmelpilze, schwärmende Bakterien und *Pseudomonas aeruginosa* verdächtige Kolonien können bereits bei wenigen Kolonien pro Platte den Nachweis von Legionellen stark beeinträchtigen. Die erhöhte Messunsicherheit beim Vorkommen solcher Kolonien oder hoher Begleitflora muss bei der Ergebnisangabe im Prüfbericht folgendermaßen vermerkt werden (siehe Anhang 2, Bsp. 10):

„Bei dem Ergebnis liegt wegen hoher Begleitflora/ dem Auftreten von Schimmelpilzen /schwärmenden Bakterien/ *Pseudomonas aeruginosa* verdächtigen Kolonien eine erhöhte Messunsicherheit mit dem Risiko von Minderbefunden vor.“

E.6 Berechnung des Ergebnisses

Das Ergebnis wird ausgehend von der/den in E.4 ausgewählten auswertbaren Ansätzen berechnet. Nicht auswertbare Platten dürfen nicht in die Berechnung einbezogen werden.

Ist bei den 1 ml Ansätzen (E.3.2, E.3.3) nur eine Platte mit 0,5 ml auswertbar, kann diese für die Ergebnisberechnung berücksichtigt werden.

Sind bei den Ansätzen nach E.3.2 Platten beider Volumina (0,5 ml und 0,1 ml) auswertbar, wird das Ergebnis als gewichtetes Mittel nach DIN EN ISO 8199 berechnet (siehe Anhang 2, Bsp. 2).

Beispiele für die Berechnung der Ergebnisse finden sich in Anhang 2.

Ein quantitatives Ergebnis kann nur für solche Ansätze angegeben werden, bei denen 10 oder mehr Kolonien pro Ansatz vorhanden sind.

Ab drei Kolonien pro Ansatz kann ein semiquantitatives Ergebnis oder ein Ergebnis mit erhöhter Messunsicherheit angegeben werden. Die erhöhte Messunsicherheit muss im Prüfbericht vermerkt werden (siehe Anhang 2, Bsp. 3).

Unter drei Kolonien pro Ansatz ist eine quantitative Aussage nicht möglich (siehe Anhang 2, Bsp. 4). Bei Berechnung des Ergebnisses nach dem gewichteten Mittel gelten diese Vorgaben für den Ansatz mit der geringsten Verdünnung.

Die obere Auszählgrenze nach DIN EN ISO 11731 von 80 Legionellenkolonien pro Membranfilter und 150 Legionellenkolonien pro 90 mm-Platte beim Oberflächenverfahren ist zu beachten. Bei Vorliegen auszählbarer Platten werden Platten über der Auszählgrenze nicht berücksichtigt. Wenn nur Ergebnisse über der Auszählgrenze vorliegen, ist das Endergebnis als „größer als“ anzugeben (siehe Anhang 2, Bsp. 5).

Falls das Vorhandensein von Legionellen bei allen Ansätzen ausgeschlossen werden kann, ist der Messwert „nicht nachweisbar“ oder „0“ oder < 1 KBE in 20 ml. Daraus erfolgt eine Abschätzung für 100 ml Originalprobe als Endergebnisangabe (siehe Anhang 2, Bsp. 6).

Werden in 100 ml Probe keine Legionellen nachgewiesen, erfolgt die Endergebnisangabe als „nicht nachweisbar in 100 ml“ oder „n.n./ 100 ml“ oder „0 KBE/ 100 ml“ oder „ < 1 KBE/ 100 ml“ (gleichwertige Angaben).

Werden bei Nichtauswertbarkeit der Membranfiltration bei den Ansätzen mit direktem Ausplattieren (Oberflächenverfahren) keine Legionellenkolonien nachgewiesen, ist der Messwert ebenfalls „nicht nachweisbar“ oder „n.n.“ oder < 1 KBE oder „0“ KBE pro Untersuchungsvolumen. Daraus kann nur eine Abschätzung des Endergebnisbereichs für 100 ml Originalprobe erfolgen. Wenn z.B. beim Ausplattieren von 0,1 ml keine Legionellen nachgewiesen werden, ist der Endergebnisbereich $< 10^3$ KBE/100 ml (siehe Anhang 2, Bsp. 8). Bei einzelnen (1-2) Legionellenkolonien wird das Endergebnis als „Bereich 10^3 KBE/100 ml“ angegeben (siehe Anhang 2, Bsp. 7).

Da in diesen Fällen nicht entschieden werden kann, ob der jeweilige Prüfwert gemäß Anlage 1 der 42. BImSchV überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung des jeweiligen Prüfwertes geforderten Maßnahmen ergriffen werden (siehe Beurteilung in Tabelle 3, Anhang 1). Eine Verlängerung des Zeitraums bis zur nächsten Analyse nach § 4 Absatz 4 BImSchV ist aber aufgrund der hohen Messunsicherheit nicht angezeigt.

E.7 Angabe des Endergebnisses

Das Endergebnis wird pro 100 ml Originalprobe angegeben.

Das berechnete Endergebnis wird auf zwei signifikante Stellen gerundet (siehe Anhang 2, Bsp. 1, 2, 12 und 15).

Der für das Endergebnis ausgewählte Ansatz gemäß dieser Empfehlung wird im Prüfbericht angegeben.

Liegt aufgrund geringer Koloniezahlen (siehe Tabelle in Anhang 1 und Beispiele in Anhang 2) oder ergebnisrelevanter Begleitflora (siehe E.5) eine erhöhte Messunsicherheit vor, muss dies bei der Angabe des Endergebnisses vermerkt werden.

Sind alle Ansätze nicht auswertbar, ist das Endergebnis im Prüfbericht als „nicht auswertbar“ anzugeben (siehe Bsp. 11). Ergebnisangaben wie „nicht nachweisbar“ oder „0“ sind in diesem Fall falsch.

Bei Routineuntersuchungen zur Überwachung von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheider ist bei Unterschreitung der Maßnahmenwerte der 42. BImSchV eine Differenzierung nachgewiesener Legionellen hinsichtlich der Spezies und der Serogruppe nicht notwendig.

Die Angabe des Endergebnisses erfolgt als „*Legionella* spp./100 ml“⁷.

E.8 Differenzierung der nachgewiesenen Legionellenisolate

Bei Überschreitung der Maßnahmenwerte nach 42. BImSchV, Anlage 1, d.h. bei Legionellenkonzentrationen > 10.000 KBE/100 ml bei Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheidern oder > 50.000 KBE/100 ml bei Kühltürmen, muss eine weitere Differenzierung und ggf. Serotypisierung der Legionellen erfolgen. Dazu müssen bei Vorliegen eines Kolonietyps alle oder mindestens fünf, bei Vorliegen von mehreren Kolonietypen jeweils alle oder jeweils mindestens drei Kolonien getestet werden.

Die Angabe der Differenzierungsergebnisse erfolgt dann wie folgt:

- *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (*L. pneumophila* Sg 1);
- *Legionella pneumophila* andere Serogruppen
- andere Legionellenarten (*Legionella* non-*pneumophila*)

Bei negativer Serologie oder unplausiblen Ergebnissen können weitere Untersuchungen der Isolate z.B. mittels MALDI-TOF oder DNA Sequenzierung zusätzliche Informationen liefern⁸.

⁷ Das Kürzel "spp"= species pluralis ist eine Bezeichnung für mehrere, nicht im Einzelnen zu nennende Spezies; hier der Gattung *Legionella*

⁸ Dazu wird eine Rücksprache mit dem Konsiliarlaboratorium für Legionellen an der TU Dresden (Herr Dr. med. P. C. Lück) empfohlen.

Eine quantitative Angabe für die einzelnen Differenzierungsergebnisse in Form von berechneten Konzentrationen ist statistisch abgesichert nicht möglich, da nur wenige Kolonien getestet werden.

Um eine Verzögerung bei der Ergebnisbeurteilung zu vermeiden, sollte das Labor bei Endergebnissen > 10.000 KBE/100 ml bei Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheidern oder > 50.000 KBE/100 ml bei Kühltürmen direkt eine Differenzierung anschließen. Dies sollte vertraglich zwischen dem Betreiber und dem Labor vereinbart werden.

Die Differenzierungsergebnisse sind eine wichtige Grundlage für die Gefährdungsabschätzung. Hinweise zur Risikobeurteilung von legionellenhaltigen Aerosolen gibt die VDI 4250 Blatt 2.

F Nachprobe bei nicht auswertbaren Ansätzen

Ist bei dem in Abschnitt E beschriebenen Verfahren keiner der Ansätze auswertbar, muss zeitnah eine Nachprobe entnommen werden. Diese Nachprobe wird, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen ein auswertbares Ergebnis zu erhalten, mit zusätzlichen Ansätzen untersucht.

Diese Nachprobe darf nicht mit der zusätzlichen Laboruntersuchung bei Überschreiten der Prüf- und Maßnahmenwerte gemäß 42. BImSchV verwechselt werden. Bei einer zusätzlichen Laboruntersuchung bei Überschreiten der Prüf- und Maßnahmenwerte werden die für die Routineüberwachung eingesetzten Ansätze verwendet.

F.1 Verdunstungskühlanlagen und Kühltürme

Um die Wahrscheinlichkeit eines auswertbaren Ergebnisses bei der Nachprobe zu erhöhen, werden bei der Nachprobe diejenigen Ansätze einbezogen und erweitert, die aus der Erfahrung mit der Erstprobe am ehesten ein Ergebnis erwarten lassen. Wurde z.B. bei den Ansätzen mit der Wärmebehandlung die geringste Begleitflora beobachtet, sollten bei der Nachprobe statt der Ansätze ohne Behandlung oder mit Säurebehandlung unterschiedliche Ansätze mit Wärmebehandlung oder ggf. mit einer Kombination aus Wärme- und Säurebehandlung durchgeführt werden. Auch die Einbeziehung von höheren Verdünnungen der Originalprobe oder von anderen Nährmedien (z.B. MWY-Agar) kann sinnvoll sein.

Eine Nachprobe kann auch dazu dienen eine höhere analytische Sicherheit von statistisch unsicheren Ergebnissen zu erreichen, indem von den auswertbaren Ansätzen höhere Gesamtvolumina z.B. durch die Verwendung mehrerer Platten (z.B. 4 x 0,5 ml) angesetzt werden. In diesem Fall sind im Prüfbericht detaillierte Angaben zu den für das Ergebnis herangezogenen Ansätzen anzugeben.

F.2 Nassabscheider

Bei einer Nutzwasserprobe aus Nassabscheidern bei denen mit den in E.2 und E.3 angegebenen Ansätzen aufgrund sehr hoher Begleitflora kein Ergebnis erzielt werden kann und / oder eine Membranfiltration aufgrund der Beschaffenheit der Waschflüssigkeit nicht möglich ist, werden bei der Nachprobe nachfolgend beschriebene Ansätze mit kombinierter Wärme- und Säurebehandlung durchgeführt.

Für die kombinierte Wärme- und Säurebehandlung erfolgt zunächst eine Wärmebehandlung (siehe E.1) mit z.B. 25 ml Probe. Nach Abkühlung der Probe auf Raumtemperatur wird eine Säurebehandlung durchgeführt (siehe E.1).

Von dieser wärme- und säurebehandelten Probe werden folgende Ansätze durchgeführt:

F.2.1 Ausplattieren nach Wärme- und Säurebehandlung

(entspricht Verfahren 4 für Matrix C nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Ansatz 1 ml: 2 x 0,5 ml wärme- und säurebehandelte Probe auf GVPC
(Volumen Originalprobe im Ansatz: 2 x 0,05 ml = 0,1 ml)

Ansatz 0,2 ml: 2 x 0,1 ml wärme- und säurebehandelte Probe auf GVPC
(Volumen Originalprobe im Ansatz: 2 x 0,01 ml = 0,02 ml)

F.2.2 Ausplattieren nach Wärme- und Säurebehandlung und Verdünnung

(entspricht Verfahren 14 für Matrix C nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Ansatz 0,02 ml 2 x 0,1 ml einer 1:10 Verdünnung auf GVPC ausplattiert
(Volumen Originalprobe im Ansatz: 2 x 0,001 ml = 0,002 ml)

Dabei muss beachtet werden, dass die Verdünnungsreihe direkt nach der Säurebehandlung erfolgen muss, damit das Ausplattieren aller Ansätze innerhalb der für die Säurebehandlung vorgegebenen Zeit von (5 ± 0,5) Minuten abgeschlossen wird.

Außerdem wird folgender Ansatz mit Wärmebehandlung durchgeführt, um zu erkennen, falls sich die Auswertbarkeit der Proben verbessert und um dann eine höhere Sensitivität zu erreichen:

F.2.3 Ausplattieren nach Wärmebehandlung

(entspricht Verfahren 2 für Matrix B nach DIN EN ISO 11731, Anhang J)

Ansatz 1 ml: 2 x 0,5 ml wärmebehandelte Probe auf GVPC

Diese Ansätze können, sofern sich der mikrobiologische Zustand des Nassabscheiders nicht ändert, bei zukünftigen Untersuchungen direkt eingesetzt werden, um ein auswertbares Ergebnis zu erreichen. Die Ansätze E.2 und E. 3 können dann entfallen.

G Prüfbericht

Der Prüfbericht muss alle Angaben enthalten, um die Probe eindeutig zu beschreiben und eine Beurteilung der Endergebnisse zu ermöglichen.

Die Beurteilung der Endergebnisse im Prüfbericht erfolgt wie in den Tabellen 2 und 3 im Anhang 1 angegeben.

Bei der Erstellung des Prüfberichtes sind die Mindestvorgaben in Anhang 4 einzuhalten.

H Legionellenuntersuchungen im Ausbruchsfall

Im Ausbruchsfall ist es wichtig, alle im Nutzwasser einer Anlage vorkommenden Legionellenarten und -serotypen zu erfassen. Daher kann es in diesem Fall sinnvoll sein, weitere Nährmedien, Behandlungen zur Reduktion der Begleitflora oder Verdünnungen einzubeziehen. Außerdem sollten möglichst viele Legionellenisolate identifiziert, serotypisiert und ggf. weiter charakterisiert (z.B. Subtypisierung von *L. pneumophila* Serogruppe 1 mit MAb 3-1) werden.

Bei der Kultivierung kann es aufgrund des Zeitdrucks sinnvoll sein, den Zeitpunkt der ersten Ablesung auf den dritten Tag nach Probenahme zu legen, um ggf. früher Hinweise auf hohe Legionellenkonzentrationen, insbesondere von *L. pneumophila*, zu bekommen.

Außerdem sind im Ausbruchsfall zum schnellen Screening von Anlagen auf das Vorhandensein von Legionellen auch zusätzlich zur Kultivierung andere, schnellere Nachweisverfahren (z.B. qPCR) sinnvoll.

ANHANG 1

Bereiche der Messunsicherheit bei unterschiedlichen Koloniezahlen pro Ansatz und Auswirkungen auf die Endergebnisangabe

Tabelle 1: Übersicht über die Bereiche der Messunsicherheit (grün-rot)***** bei unterschiedlichen Koloniezahlen. Angegeben ist das Endergebnis [KBE/100 ml] in Abhängigkeit vom untersuchten Volumen und der Anzahl gezählter Kolonien.

Volumen der Originalprobe im Ansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz				
	0	1 – 2	3 – 9	10 – 80 (Membran) 10 – 150** (Direkt)	> 80 (Membran) > 150** (Direkt) ***
100 ml*	< 1/ 0 / n.n.	1 – 2	3 – 9	10 – 80	> 80**
20 ml	< 5	5 – 10	15 – 45	50 – 400	> 400**
10 ml*	< 10	10 – 20	30 – 90	100 – 800	> 800**
1 (2 x 0,5) ml	< 100	100 – 200	300 – 900	1.000 – 30.000	> 30.000**
0,5 ml	< 200	200 – 400	600 – 1.800	2.000 – 30.000	> 30.000**
0,1 ml	< 1.000	1.000 – 2.000	3.000 – 9.000	10.000 – 150.000	> 150.000**
0,1 (2 x 0,05) ml	< 1.000	1.000 – 2.000	3.000 – 9.000	10.000 – 300.000	> 300.000**
0,05 ml	< 2.000	2.000 – 4.000	6.000 – 18.000	20.000 – 300.000	> 300.000**
0,02 (2 x 0,01) ml ****	< 5.000	5.000 – 10.000	15.000 – 45.000	50.000 – 3.000.000	> 3.000.000
0,002 (2 x 0,001) ml *****	< 50.000	50.000 – 100.000	150.000 – 450.000	500.000 – 30.000.000	> 30.000.000

*Volumina sind nur informativ und gehören nicht zu den primär vorgegebenen Ansätzen

**150 Kolonien pro Platte

***nur Angabe einer Mindestkonzentration möglich

****ist nur eine Platte des Ansatzes auswertbar, erhöht sich das Endergebnis um den Faktor 2

*****Die Messunsicherheit nimmt zu von grün über blau, gelb, orange nach rot

Tabelle 2: Endergebnisangabe bei unterschiedlichen Anzahlen von Legionellenkolonien pro Ansatz unter Berücksichtigung der Messunsicherheit- Filtrationsansatz

Volumen Originalprobe im Ansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider	Beurteilung im Prüfbericht Kühltürme
20 ml	0	< 5	Es wurden keine Legionellenkolonien in 20 ml nachgewiesen. Da nur 20 ml filtriert wurden liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine stark erhöhte Messunsicherheit vor.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	1 - 2	5 - 10	Es wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien in 20 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine stark erhöhte Messunsicherheit vor.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	3 - 9	15 - 45	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 20 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	10 - 80	50 - 400	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor.	Bei >100 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 1.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	> 80	> 400	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Prüfwertes 1.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.

Tabelle 3: Endergebnisangabe bei unterschiedlichen Anzahlen von Legionellenkolonien pro Ansatz unter Berücksichtigung der Messunsicherheit – Direktansätze

Volumen Originalprobe im Ansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider	Beurteilung im Prüfbericht Kühltürme
1 ml = 2 x 0,5 ml	0	(< 100) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von < 10 ² KBE/100 ml.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	1 - 2	(100 - 200) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von 10 ² KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	3 - 9	300-900	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 1 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Prüfwertes 1.	Bei > 500 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 1
	10 - 300	1.000 - 30.000	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor.	Bei > 1.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 2. Bei > 10.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Maßnahmenwertes.	Bei > 5.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 2
	> 300	> 30.000	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Maßnahmenwertes	Überschreitung des Prüfwertes 2. .

Volumen Originalprobe im Teilansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider	Beurteilung im Prüfbericht Kühltürme
0,5 ml	0	(< 200) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von < 10 ² KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	1 - 2	(200 - 400) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von 10 ² KBE/100 ml bis 10 ³ KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Keine Überschreitung der Prüfwerte.
	3 - 9	600 - 1.800	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 0,5 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Prüfwertes 1. Bei > 1.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 2.	Überschreitung des Prüfwertes 1.
	10 - 150	2.000 - 30.000	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor	Überschreitung des Prüfwertes 2. Bei > 10.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Maßnahmenwertes.	Bei > 5.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 2.
	> 150	> 30.000	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.	Überschreitung des Prüfwertes 2.

^a die berechneten Konzentrationen pro 100 ml können wegen der hohen bzw. sehr hohen Messunsicherheit nur zur Orientierung dienen und sollten nicht angegeben werden.

Volumen Originalprobe im Ansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider	Beurteilung im Prüfbericht Kühltürme
0,1 ml oder 2 x 0,05	0	(< 1.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von < 10 ³ KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.
	1 - 2	(1.000 - 2.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von 10 ³ KBE/100 ml.	Überschreitung des Prüfwertes 1. Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 2 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Überschreitung des Prüfwertes 1.
	3 - 9	3.000 - 9.000	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 0,1 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Prüfwertes 2.	Überschreitung des Prüfwertes 1. Bei > 5.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 2.
	10 - 150	10.000 - 150.000	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Prüfwertes 2. Bei > 10.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Maßnahmenwertes.	Überschreitung des Prüfwertes 2. Bei > 50.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Maßnahmenwertes
	> 150 oder > 300	> 150.000 oder > 300.000	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.

^a die berechneten Konzentrationen können wegen der hohen bzw. sehr hohen Messunsicherheit nur zur Orientierung dienen und sollten nicht angegeben werden.

Volumen Originalprobe im Teilansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider	Beurteilung im Prüfbericht Kühltürme
0,05 ml	0	(≤ 2.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von $\leq 10^3$ KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 1 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.
	1 - 2	(2.000 - 4.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von 10^3 KBE/100 ml.	Überschreitung des Prüfwertes 1. Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwert 2 überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.	Überschreitung des Prüfwertes 1.
	3 - 9	6.000 - 18.000	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 0,05 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Prüfwertes 2. Bei > 10.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Maßnahmewertes	Überschreitung des Prüfwertes 1. Bei > 5.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Prüfwertes 2.
	10 - 150	20.000 - 300.000	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Maßnahmewertes.	Überschreitung des Prüfwertes 2. Bei > 50.000 KBE/100 ml: Überschreitung des Maßnahmewertes
	> 150	> 300.000	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Maßnahmewertes.	Überschreitung des Maßnahmewertes.

^a die berechneten Konzentrationen können wegen der hohen bzw. sehr hohen Messunsicherheit nur zur Orientierung dienen und sollten nicht angegeben werden.

Volumen Originalprobe im Ansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Nassabscheider
0,02 ml = 2 x 0,01 ml ^b	0	(< 5.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von < 10 ⁴ KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwerte überschritten sind, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.
	1 - 2	(5.000 - 10.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von 10 ³ KBE/100 ml bis 10 ⁴ KBE/100 ml.	Überschreitung des Prüfwertes 2. Da nicht entschieden werden kann, ob der Maßnahmenwert überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.
	3 - 9	15.000 - 45.000	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 0,02 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Maßnahmenwertes
	10 - 150	50.000 – 750.000	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.
	> 150	> 750.000	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.

^a die berechneten Konzentrationen können wegen der hohen bzw. sehr hohen Messunsicherheit nur zur Orientierung dienen und sollten nicht angegeben werden.

^b ist nur ein Ansatz mit 0,01 ml auswertbar, erhöht sich das Endergebnis um den Faktor 2; die Beurteilung bleibt davon unberührt

Volumen Originalprobe im Ansatz	Anzahl Legionellenkolonien pro Ansatz	Endergebnis [KBE/100 ml]	Bemerkung im Prüfbericht	Beurteilung im Prüfbericht Nassabscheider
0,002 ml = 2 x 0,001 ml ^b	0	(< 50.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von < 10 ⁵ KBE/100 ml.	Da nicht entschieden werden kann, ob Prüfwerte oder der Maßnahmenwert überschritten sind, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.
	1 - 2	(50.000 - 100.000) ^a	Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine sehr hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich. Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von 10 ⁴ KBE/100 ml bis 10 ⁵ KBE/100 ml.	Überschreitung des Prüfwertes 2. Da nicht entschieden werden kann, ob der Maßnahmenwert überschritten ist, müssen vom Betreiber nicht die bei Überschreitung geforderten Maßnahmen ergriffen werden.
	3 - 9	150.000 - 450.000	Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 0,002 ml nachgewiesen. Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine erhöhte Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Maßnahmenwertes
	10 - 150	500.000 – 7.500.000	Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.
	> 150	> 7.500.000	Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze. Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.	Überschreitung des Maßnahmenwertes.

^a die berechneten Konzentrationen können wegen der hohen bzw. sehr hohen Messunsicherheit nur zur Orientierung dienen und sollten nicht angegeben werden.

^b ist nur ein Ansatz mit 0,001 ml auswertbar, erhöht sich das Endergebnis um den Faktor 2; die Beurteilung bleibt davon unberührt

Legende:

	Geringe Messunsicherheit
	Erhöhte Messunsicherheit
	Stark erhöhte Messunsicherheit
	Hohe Messunsicherheit, keine quantitative Ergebnisangabe möglich. Die berechneten Konzentrationen können nur zur Orientierung dienen
	Sehr hohe Messunsicherheit, keine quantitative Ergebnisangabe möglich. Die berechneten Konzentrationen können nur zur Orientierung dienen

Beispiele für die Auswertung der Ansätze und die Ergebnisangabe

Fett markiert ist jeweils der Ansatz, der für die Bestätigung nach E.4 ausgewählt wird.
Die Ergebnisangabe im Prüfbericht erfolgt gemäß Anhang 4. Die Beurteilung des Endergebnisses erfolgt wie in den Tabellen 2 und 3 im Anhang 1 angegeben.

Beispiel 1:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	25
Membranfiltration 20 ml Säure	16
Originalprobe 1 x 0,1 ml	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 1 x 0,5 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = 25 \text{ KBE}/20 \text{ ml}$

Ergebnis berechnet: $x = 125 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Endergebnis gerundet: $x = 130 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Beispiel 2:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	78
Membranfiltration 20 ml Säure	66
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	$20 + 15 = 35$
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	7
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	3

Ergebnis: $x = \frac{35+7}{1,1} = 38,18 \text{ KBE}/\text{ml}$ (gewichtetes Mittel)

Ergebnis berechnet: $x = 3.818 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Endergebnis gerundet: $x = 3.800 \text{ KBE}/100 \text{ ml} = 3,8 \times 10^3 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Beispiel 3:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	4
Originalprobe 1 x 0,1 ml	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = 4 \text{ KBE}/20 \text{ ml}$

Endergebnis: $x = 20 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 20 ml nachgewiesen.

Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis eine erhöhte Messunsicherheit vor.

Beispiel 4:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Membranfiltration 20 ml Säure	2
Originalprobe 1 x 0,1 ml	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = 2 \text{ KBE}/20 \text{ ml}$

Endergebnis: $x = 10 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Es wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien in 20 ml nachgewiesen.

Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine stark erhöhte Messunsicherheit vor.

Beispiel 5:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	> 80
Membranfiltration 20 ml Säure	> 80
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	jeweils > 150
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	> 150
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	jeweils > 150

Ergebnis: $x = > 150 \text{ KBE} / 0,5 \text{ ml säurebehandelte Probe}$, entspricht $> 150 \text{ KBE} / 0,05 \text{ ml}$
Originalprobe, entspricht $> 300 \text{ KBE} / 0,1 \text{ ml Originalprobe}$

Endergebnis: $x = > 300.000 \text{ KBE} / 100 \text{ ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Die Anzahl von Legionellenkolonien liegt oberhalb der oberen Auszählgrenze.

Daher ist nur die Angabe einer Mindestkonzentration pro 100 ml möglich.

Beispiel 6:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	keine Legionellenkolonien Begleitflora: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Membranfiltration 20 ml Säure	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 1 x 0,1 ml	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = < 1 \text{ KBE} / 20 \text{ ml}$

Endergebnis: $x = < 5 \text{ KBE} / 100 \text{ ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Es wurden keine Legionellenkolonien in 20 ml nachgewiesen.

Da nur 20 ml filtriert wurden, liegt bei dem berechneten Endergebnis pro 100 ml eine stark erhöhte Messunsicherheit vor.

Beispiel 7:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	2
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = 2 \text{ KBE}/0,1 \text{ ml}$

Endergebnis: Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von $10^3 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$.

Bemerkung im Prüfbericht:

Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen.

Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich.

Beispiel 8:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	nicht auswertbar – überwachsen

Ergebnis: $x = < 1 \text{ KBE}/0,1 \text{ ml Originalprobe}$

Endergebnis: Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von $< 10^3 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$.

Bemerkung im Prüfbericht:

Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen.

Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich.

Beispiel 9:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = < 1 \text{ KBE}/1,0 \text{ ml Originalprobe}$

Endergebnis: Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von $< 10^2 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$.

Bemerkung im Prüfbericht:

Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden keine Legionellenkolonien nachgewiesen.

Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich.

Beispiel 10:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,5 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	16 + 22 = 38, jeweils hohe Begleitflora, > 200 Kolonien
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	keine Legionellenkolonien
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	keine Legionellenkolonien

Ergebnis: $x = 38 \text{ KBE}/1,0 \text{ ml Originalprobe}$

Endergebnis: $x = 3.800 \text{ KBE}/100 \text{ ml} = 3,8 \times 10^3 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Bei dem Ergebnis liegt wegen hoher Begleitflora eine erhöhte Messunsicherheit mit dem Risiko von Minderbefunden vor.

Beispiel 11:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,5 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	nicht auswertbar – überwachsen

Endergebnis: nicht auswertbar

Bemerkung im Prüfbericht:

Wegen hoher Begleitflora waren alle Ansätze nicht auswertbar. Daher kann keine Aussage zum Vorkommen von Legionellen getroffen werden.

Beispiel 12:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	3 + 7 = 10
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	4
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	4

Ergebnis: $x = \frac{10+4}{1,1} = 12,7$ KBE/ml (gewichtetes Mittel)

Endergebnis: $x = 1.300$ KBE/100 ml

Erläuterung zur Auswahl der Ansätze für die Ergebnisberechnung (nicht für den Prüfbericht):

Die Berechnung des Ergebnisses über den Ansatz mit Säurebehandlung würde eine höhere Konzentration von 4.000 KBE/100 ml ergeben. Da die Anzahl der Kolonien in diesem Ansatz < 10 liegt, ist dieses Ergebnis aber statistisch unsicherer.

Beispiel 13:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	59 + 38 = 97
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	11
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	9 + 3 = 12

Ergebnis: $x = \frac{12}{0,1} = 120 \text{ KBE/ml}$

Endergebnis: $x = 12.000 \text{ KBE/100 ml}$

Erläuterung zur Beachtung der Messunsicherheit (nicht für den Prüfbericht):

*Unter Berücksichtigung des eingesetzten Volumens der Probe wird die **höchste Legionellenkonzentration (KBE/100 ml) bei akzeptabler analytischer Sicherheit als Ergebnis angegeben.***

Das Volumen der Originalprobe im Ansatz findet bei der Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes nur dann Beachtung, wenn ausschließlich Ansätze mit einer stark erhöhten bis sehr hohen Messunsicherheit (1 bis 2 typische Kolonien pro Platte(n) einer Verdünnungsstufe) 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 (siehe Beispiele 6 und 17).

Beispiel 14:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	36
Membranfiltration 20 ml Säure	40
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	2 + 1 = 3
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	0
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	1 + 0 = 1

Ergebnis: $x = 40 \text{ KBE}/20 \text{ ml}$

Endergebnis: $x = 200 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$

Erläuterung zur Beachtung der Messunsicherheit (nicht für den Prüfbericht):

Unter Berücksichtigung des eingesetzten Volumens der Probe wird die **höchste Legionellenkonzentration (KBE/100 ml) bei akzeptabler analytischer Sicherheit als Ergebnis angegeben**. Quantitative Ergebnisse können nur für solche Ansätze angegeben werden, bei denen 10 oder mehr Kolonien pro Platte/n einer Verdünnungsstufe vorhanden sind.

Beispiel 15:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	2 + 7 = 9
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	1
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	1 + 1 = 2

Ergebnis: $x = \frac{9+1}{1,1} = 9,09 \text{ KBE/ml}$ (gewichtetes Mittel)

Endergebnis berechnet: $x = 909 \text{ KBE/ 100 ml}$

Endergebnis gerundet: $x = 910 \text{ KBE/100 ml} = 9,1 \times 10^2 \text{ KBE/100 ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 1 ml nachgewiesen.
Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis eine erhöhte Messunsicherheit vor.

Erläuterung zur Beachtung der Messunsicherheit (nicht für den Prüfbericht):

Quantitative Ergebnisse können nur für solche Ansätze angegeben werden, bei denen 10 oder mehr Kolonien pro Platte/n einer Verdünnungsstufe vorhanden sind. Bei Berechnung des Ergebnisses nach dem gewichteten Mittel gelten diese Vorgaben für den Ansatz mit der geringsten Verdünnung.

Beispiel 16:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	3 + 6 = 9
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	1
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	5 + 4 = 9

Ergebnis: $x = \frac{9}{0,1} = 90 \text{ KBE/ml}$

Endergebnis: $x = 9000 \text{ KBE/100 ml}$

Bemerkung im Prüfbericht:

Es wurde nur eine geringe Anzahl von Legionellenkolonien in 0,1 ml nachgewiesen.
Daher liegt bei dem berechneten Endergebnis eine erhöhte Messunsicherheit vor.

Erläuterung zur Beachtung der Messunsicherheit (nicht für den Prüfbericht):

*Unter Berücksichtigung des eingesetzten Volumens der Probe wird die **höchste Legionellenkonzentration (KBE/100 ml) bei akzeptabler analytischer Sicherheit als Ergebnis angegeben.***

Das Volumen der Originalprobe im Ansatz findet bei der Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes nur dann Beachtung, wenn ausschließlich Ansätze mit einer stark erhöhten bis sehr hohen Messunsicherheit (1 bis 2 typische Kolonien pro Platte(n) einer Verdünnungsstufe) 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 (siehe Beispiele 6 und 17).

Beispiel 17:

Ansatz	Kolonien pro Platte
Membranfiltration 20 ml Wärme	nicht auswertbar – überwachsen
Membranfiltration 20 ml Säure	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 1 x 0,1 ml	nicht auswertbar – überwachsen
Originalprobe 2 x 0,5 ml Wärme	1 + 0 = 1
Originalprobe 1 x 0,1 ml Wärme	1
Originalprobe 2 x 0,5 ml Säure (entspricht insgesamt 0,1 ml Originalprobe)	1 + 1 = 2

Ergebnis: $x = 2 \text{ KBE} / 1,1 \text{ ml}$

Endergebnis: Die Legionellenkonzentration liegt im Bereich von $10^2 \text{ KBE}/100 \text{ ml}$.

Anmerkung:

Es war nur ein Ansatz mit geringem Volumen der Originalprobe auswertbar und in diesem Ansatz wurden nur vereinzelte Legionellenkolonien nachgewiesen. Daher liegt eine hohe Messunsicherheit vor und die Angabe eines exakten quantitativen Endergebnisses pro 100 ml ist nicht möglich.

Erläuterung zur Beachtung der Messunsicherheit (nicht für den Prüfbericht):

Das Volumen der Originalprobe im Ansatz findet bei der Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes Beachtung, wenn ausschließlich Ansätze mit einer stark erhöhten bis sehr hohen Messunsicherheit (1 bis 2 typische Kolonien pro Platte(n) einer Verdünnungsstufe) 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.

Anforderungen an die Probenehmerschulung für Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider für die mikrobiologische Laboruntersuchung nach 42. BImSchV

A Inhalt der Schulung

Thema	Mindestzeit in min
Gesetzliche Grundlagen der Überwachung von Nutzwasser (Kühlwasser bzw. Waschflüssigkeit), insbesondere zur Legionellen-Problematik - 42. BImSchV (Ziele und Nutzen, Anwendungsbereich, Anforderungen, Prüf- und Maßnahmenwerte, Betreiberpflichten, Anzeige-/Meldepflichten) - Biozid-Verordnung	30
Technik von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern - Einführung in die VDI 2047 Blätter 2 und 3, VDI 3679 Blätter 1 bis 4 - Aufbau und Funktionsprinzipien von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern - Gefährdungspotential und relevante hygienische-Anforderungen	90
Grundlagen der Mikrobiologie - Mikrobiologie im Rückkühlwerk (Bakterien, Schimmelpilze, Algen, Protozoen, Eintrag und Vermehrung) - Mikroorganismen und Biofilm (technische und hygienische Bedeutung, Auswirkung auf die Wasserphase) - Mikrobiologische Parameter gem. 42. BImSchV und VDI 2047 Blatt 2 (Allgemeine Koloniezahl, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Legionella</i> spp.) - Legionellen (Merkmale und Vorkommen, Übertragungsweg, Nachweis gem. UBA-Empfehlung und nach DIN EN ISO 11731)	45
Planung und Vorbereitung der Probenahme - Ziele der Untersuchungen (Überwachung der Einhaltung von Prüf- und Maßnahmenwerte, Ermittlung und Überprüfung der Einhaltung eines Referenzwertes gemäß 42. BImSchV, Überwachung der Bakterien-Konzentration und damit des mikrobiellen Bewuchses, Kontrolle von verfahrenstechnischen Einrichtungen) - Probenahmennormen DIN EN ISO 5667-1 (A 4), DIN EN ISO 19458 (K 19) - Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenahme - Auswahl der Probenahmestellen und deren Dokumentation (Betreiberpflicht) - Untersuchungsparameter	45

Mikrobiologische Probenahme nach DIN EN ISO 19458 (K 19) und UBA Empfehlung - Grundlagen (Gesetzliche und Normative Vorgaben) - Begriffe (z.B. Kühlwasser, Nutzwasser, Zusatzwasser) - Probenahmegeräte (Ausrüstung; Anforderungen an sterilisierbare Geräte, Desinfektionsverfahren) - Probenbehälter und Biozidinaktivierung - Biozide (Oxidierende und Nicht-oxidierende Biozide, Zeitpunkt der Probenahme, Dokumentation von Zeitpunkt der letzten Bioziddosierung, Menge (Dosierkonzentration) und Art der Produkte / des Wirkstoffs, ggf. eingesetztes Inaktivierungsmittel und -konzentration) - Durchführung der sterilen Probenahme (Entnahmearmatur analog DIN EN ISO 19458 Zweck a, Dauerläufer, Schöpfprobenahme aus Kühlturmtasse, verrieseltes Wasser) - vor Ort Messung: Temperatur, oxidative Biozide (Messprinzip, Kalibrierung, Messung, Wartung, Dokumentation, Qualitätssicherung) - Probentransport und Lagerung - Probenahmeprotokoll - Arbeitsschutz	90
Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen - Grundlagen - Qualitätssichernde Maßnahmen (im den Bereichen Planung, Personal, Geräte, Durchführung der Probenahme, Dokumentation) - Qualitätskontrollmaßnahmen (Parallelprobenahmen, Feldblindproben)	30
Praktischer Teil mit Übungen, Probenahme, Vor-Ort-Parametern - Mikrobiologische Probenahme nach DIN EN ISO 19458 (K 19) mit - Temperaturmessung - Bestimmung oxidativer Biozide (z.B. freies Chlor)	60
Prüfung (multiple-choice-Test) 20 einfache Fragen mit jeweils einer richtigen Antwort aus drei oder vier Vorformulierungen. Die erfolgreiche Teilnahme wird durch eine bestandene schriftliche Prüfung nachgewiesen. Die Prüfung hat bestanden, wer mindestens 60 % der Fragen richtig beantwortet.	30

B Anforderungen an die Referenten

Referenten müssen über einschlägige fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Technik von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern sowie der Probenahmen für mikrobiologische Untersuchungen verfügen. Der Nachweis der erforderlichen Sachkunde kann mit folgenden Unterlagen geführt werden:

- Zeugnisse/ Ausbildungsnachweise
- Arbeitszeugnisse und Beschäftigungsnachweise

Als Nachweis der erforderlichen Qualifikation von Referenten gelten:

- Technik
 - Nachweis eines abgeschlossenen einschlägigen technischen oder naturwissenschaftlichen Studiums, einer einschlägigen Meisterprüfung oder einer einschlägigen Prüfung zum staatlich geprüften Techniker
 - mindestens fünfjährige Berufserfahrung innerhalb der letzten zehn Jahre im Bereich wasserführender Anlagen von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern
- 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 oder Trinkwasser sowie mindestens zweijährige Berufserfahrung mit der Probenahme bei Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern
- Hygiene/Mikrobiologie:
 - Nachweis eines abgeschlossenen 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)

Mindestinhalte für den Prüfbericht

Auftraggeber

Name:

Anschrift:

Ansprechpartner:

Telefonnummer:

Email-Adresse:

Betreiber

Name:

Anschrift:

Ansprechpartner:

Telefonnummer:

Email-Adresse:

Anlage

Anlagenbezeichnung des Betreibers

AnlagenID gemäß KaVKA-42.BV-Registrierung

Anlagenart

Art der Probe: Kühlwasser, Waschwasser, Zusatzwasser

Bezeichnung der Probenahmestelle

Ort innerhalb der Anlage (eindeutige Identifizierbarkeit, Kennzeichnung)

Art der Probenahmestelle (z.B. offene Kühltasse, Bypass mit Entnahmeventil)

Anlass der Untersuchung

Laboruntersuchung (nach § 3 (8) 42. BImSchV)

Zusätzliche Laboruntersuchung (nach § 6 (1), § 8 (1) oder § 9 (1) 42. BImSchV)

Nachprobe (nach UBA-Empfehlung)

Sonstiger Anlass

Probenahme: nach DIN EN ISO 19458 (K 19):2006-12 und UBA-Empfehlung vom 06.03.2020, Abschnitte C und D

Probenehmer: Name und Organisationszugehörigkeit

Datum und Zeitpunkt der Probenahme

Betriebszustand der Anlage während der Probenahmen; wie vom Betreiber angegeben

Art der eingesetzten Biozide (Angabe des Wirkstoffs/Wirkstoffe)

Art der Bioziddosierung (z.B. manuell, automatisch)

Dosierkonzentration

Zeitpunkt der letzten Bioziddosierung

Zeitpunkt der nächsten Bioziddosierung und/oder Dosierintervall

Art der Probenahme gemäß DIN EN ISO 19458 (K 19):2006-12

Temperatur des Wassers bei der Probenahme

Auffälligkeiten während der Probenahme, die das Ergebnis beeinflussen können

Art und Konzentration des verwendeten Inaktivierungsmittels

Kommentar zu nicht erfolgter Inaktivierung (falls notwendig)

Abweichungen/ Auffälligkeiten beim Transport oder der Lagerung bis zum Ansatz der Probe**Datum und Zeitpunkt des Probeneingangs****Datum Probenansatz/ Datum Ende der Analyse oder**

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

Angabe der Untersuchungsergebnisse – Beispiel Kühlwasser Verdunstungskühlanlage

(Art der Darstellung nicht bindend)

Probennummer	:	XYZ
Parameter	:	<i>Legionella</i> spp.
Prüfverfahren	:	DIN EN ISO 11731 (K23) 2019-03, UBA Empfehlung vom 06.03.2020, Abschnitte E und F
Messwert [KBE/100 ml]	:	Beispiel: 37.000
Differenzierung (bei Überschreitung des Maßnahmenwertes)	:	Zutreffendes auswählen: <i>L. pneumophila</i> Sg1 <i>L. pneumophila</i> andere Serogruppen andere Legionellenarten (<i>Legionella</i> non-pneumophila)
Ergebnisrelevante/r Ansatz/Ansätze gemäß UBA Empfehlung	:	Beispiel: E.3.3 mit Säurebehandlung 1 ml
Ergebnisrelevantes Volumen der Originalprobe für Messwertberechnung	:	Beispiel: 0,1 ml
Ergebnisrelevante Begleitflora (auf der/den für die Berechnung des Ergebnisses herangezogenen Platte/n)	:	Keine oder (dabei Zutreffendes auswählen): Bei dem Ergebnis liegt wegen hoher Begleitflora/ dem Auftreten von Schimmelpilzen /schwärmenden Bakterien/ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> verdächtigen Kolonien eine erhöhte Messunsicherheit mit dem Risiko von Minderbefunden vor.
Verwendetes Nährmedium	:	GVPC (bei Nachproben ggf. anderes Nährmedium)
Ergebnisrelevante, gezählte Kolonien für Messwertberechnung	:	Beispiel: 37
Bemerkung hinsichtlich Messunsicherheit	:	Beispiel: Es liegt eine geringe Messunsicherheit vor
Beurteilung	:	Beispiel: Überschreitung des Maßnahmenwertes

Unterschrift oder Freigabe/Genehmigung