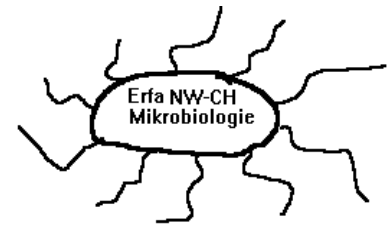


*ERFA Mikrobiologie Nordwestschweiz
Arbeitsgruppe Ost- und Zentralschweiz, Tessin
und Fürstentum Liechtenstein*



Bericht (April 2019)

Validierung der Methode zur Bestimmung von aeroben mesophilen Keimen (AMK) in der Wasseranalytik gemäss den Vorgaben der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)

Zusammenfassung

Für den Validierungsversuch wurden von den amtlichen Laboratorien der Kantone AG¹⁾, BL²⁾, BS³⁾, LU⁴⁾, SG⁵⁾, SO⁶⁾, TI⁷⁾, ZH⁸⁾ und dem BLV⁹⁾ insgesamt 1'127 Wasserproben parallel nach ISO 6222:1999 (1) und der nach TBDV (2) modifizierten Methode untersucht. Das Validierungsverfahren erfolgte gemäss dem SAS-Leitfaden zur Validierung mikrobiologischer Prüfverfahren und zur Abschätzung der Messunsicherheit im Bereich Lebensmittel- und Umweltmikrobiologie (3). Ziel war eine qualitative Validierung bezüglich der gesetzlich vorgegebenen Höchstwerte zur Qualitätsbeurteilung der verschiedenen in der TBDV aufgeführten Matrices. 100 Proben eines Labors wurden von der Validierung ausgeschlossen, da sie alle aus dem Netz der gleichen Wasserversorgung stammten und die Beurteilung mit der TBDV-Methode deutlich strenger war, als mit der Referenzmethode.

Die mittels Vierfeldertest bestimmte statistische Übereinstimmung ergab über alle Matrices der 1'027 Wasserproben den für eine Validierung akzeptablen Konkordanzindex Kappa von 0.878 (fast vollständige Übereinstimmung). Auch für jede einzelne Matrix war der Grad der Übereinstimmung fast vollständig. Die Werte für relative Sensitivität, Spezifität, Richtigkeit, sowie für die falsch positive und falsch negative Rate, lagen für alle Wassermatrices ebenfalls im akzeptablen Bereich.

Mittels den Ergebnissen von mitgeführten Ringversuchsproben konnte die TBDV-Methode im Anwendungsbereich bis 100 KBE/ml auch quantitativ validiert werden.

Einleitung

In der TBDV ist als Referenzmethode für die Bestimmung der AMK die ISO 6222 (2) mit abweichender Bebrütungstemperatur (30 °C an Stelle von 22 ± 2 °C und 36 ± 2 °C) sowie Bebrütungsdauer (72 h an Stelle von 68 ± 4 h und 44 ± 4 h) aufgeführt.

Diese Referenzmethode ist nicht validiert, was aber von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) aus naheliegenden Gründen gefordert wird. Die grundsätzliche Machbarkeit wurde bereits mittels Auswertung von Ringversuchsergebnissen der teilnehmenden Kantonalen Laboratorien (KL) gezeigt (4). Die amtlichen Laboratorien der Kantone AG, BL, BS, LU, SG, SO, TI, ZH und das BLV Labor erklärten sich bereit, einen Validierungsversuch der TBDV-Methode zu unternehmen. Im vorliegenden Dokument ist die Validierung einschliesslich der zugehörigen Datengrundlage beschrieben.

Material und Methoden

In den 9 Laboratorien wurden total 1'127 Proben von Trinkwasser, Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen sowie Wasserringversuchsproben von Public Health England (PHE), Food and Environmental Proficiency Testing Unit gemäss der ISO Norm 6222:1999, sowie der in der TBDV vorgegebenen Methode untersucht. Weil die strikte Einhaltung der Bebrütungswerte gemäss TBDV (Bebrütungstemperatur: 30 °C; Bebrütungszeit: 72 Stunden) nicht praktikabel erschien, wurden die Toleranzen gemäss EN/ISO 4833 (5) mit $30 \pm 1^\circ\text{C}$ für 72 ± 3 h angewendet.

Die Ergebnisse wurden nach den in der TBDV festgelegten Höchstwerten beurteilt (siehe Tabelle 1) und deren Vergleichbarkeit gemäss dem SAS-Leitfaden (3) festgestellt.

Tabelle1: Beurteilungswerte der verschiedenen Wassermatrices gemäss TBDV

Matrices	Höchstwert (KBE pro ml)
Trinkwasser an der Fassung, unbehandelt	100
Trinkwasser nach der Behandlung	20
Trinkwasser im Verteilnetz	300
Wasser in öffentlichen Bädern	1'000

Ergebnisse und Diskussion

Matrixbezogene qualitative Datenanalyse der einzelnen Laboratorien

Aufgrund von zu kleinen Probenzahlen genügten die meisten Daten der einzelnen Laboratorien und einzelnen Matrices nicht für eine Validierung. Auswertungen der einzelnen Laboratorien für alle Wassermatrices zusammen sowie deren aussagekräftigsten und auffälligsten einzelnen Matrices sind in den Tabellen 2 bis 14 dargestellt. Proben, die den jeweiligen Höchstwert überschritten, wurden dafür in die Kategorie "pos", die restlichen Proben in die Kategorie "neg" eingeteilt.

Tabelle 2: Labor 1, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999					
	pos	neg	Total			
pos	17	1	18	0.944	Sensitivität	
neg	1	36	37	0.973	Spezifität	
Total	18	37	55	0.964	Richtigkeit	
				2.703	Falsch positiv Rate (%)	
				5.556	Falsch negativ Rate (%)	
Kappa	0.917	fast vollständige Übereinstimmung				

Tabelle 3: Labor 2, Trinkwasser im Verteilnetz

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999					
	pos	neg	Total			
pos	8	20	28	1.000	Sensitivität	
neg	0	72	72	0.783	Spezifität	
Total	8	92	100	0.800	Richtigkeit	
				21.739	Falsch positiv Rate (%)	
				0.000	Falsch negativ Rate (%)	
Kappa	0.365	schwache Übereinstimmung				

Tabelle 4: Labor 2, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999					
	pos	neg	Total			
					1.000	Sensitivität
					0.787	Spezifität
pos	12	20	32		0.811	Richtigkeit
neg	0	74	74		21.277	Falsch positiv Rate (%)
Total	12	94	106		0.000	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.456			deutliche Übereinstimmung		

Tabelle 5: Labor 3, Trinkwasser nach der Behandlung

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999					
	pos	neg	Total			
					0.941	Sensitivität
					0.913	Spezifität
pos	16	2	18		0.925	Richtigkeit
neg	1	21	22		8.696	Falsch positiv Rate (%)
Total	17	23	40		5.882	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.848			fast vollständige Übereinstimmung		

Tabelle 6: Labor 3, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999					
	pos	neg	Total			
					0.868	Sensitivität
					0.974	Spezifität
pos	33	4	37		0.953	Richtigkeit
neg	5	148	153		2.632	Falsch positiv Rate (%)
Total	38	152	190		13.158	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.850			fast vollständige Übereinstimmung		

Tabelle 7: Labor 4, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999					
	pos	neg	Total			
					0.947	Sensitivität
					1.000	Spezifität
pos	18	0	18		0.984	Richtigkeit
neg	1	42	43		0.000	Falsch positiv Rate (%)
Total	19	42	61		5.263	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.961			fast vollständige Übereinstimmung		

Tabelle 8: Labor 5, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				1.000	Sensitivität
	pos	neg	Total		0.976	Spezifität
pos	18	1	19		0.983	Richtigkeit
neg	0	41	41		2.381	Falsch positiv Rate (%)
Total	18	42	60		0.000	Falsch negativ Rate (%)
Kappa 0.961 fast vollständige Übereinstimmung						

Tabelle 9: Labor 6, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				1.000	Sensitivität
	pos	neg	Total		0.987	Spezifität
pos	6	2	8		0.987	Richtigkeit
neg	0	147	147		1.342	Falsch positiv Rate (%)
Total	6	149	155		0.000	Falsch negativ Rate (%)
Kappa 0.851 fast vollständige Übereinstimmung						

Tabelle 10: Labor 7, Trinkwasser im Verteilnetz

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				0.800	Sensitivität
	pos	neg	Total		0.982	Spezifität
pos	20	4	24		0.964	Richtigkeit
neg	5	220	225		1.786	Falsch positiv Rate (%)
Total	25	224	249		20.000	Falsch negativ Rate (%)
Kappa 0.796 starke Übereinstimmung						

Tabelle 11: Labor 7, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				0.829	Sensitivität
	pos	neg	Total		0.972	Spezifität
pos	34	9	43		0.956	Richtigkeit
neg	7	312	319		2.804	Falsch positiv Rate (%)
Total	41	321	362		17.073	Falsch negativ Rate (%)
Kappa 0.785 starke Übereinstimmung						

Tabelle 13: Labor 8, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				0.923	Sensitivität
	pos	neg	Total			
pos	12	0	12		1.000	Spezifität
neg	1	31	32		0.977	Richtigkeit
Total	13	31	44		0.000	Falsch positiv Rate (%)
					7.692	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.944			fast vollständige Übereinstimmung		

Tabelle 13: Labor 9, Wasser in öffentlichen Bädern

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				1.000	Sensitivität
	pos	neg	Total			
pos	7	1	8		0.971	Spezifität
neg	0	33	33		0.976	Richtigkeit
Total	7	34	41		2.941	Falsch positiv Rate (%)
					0.000	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.918			fast vollständige Übereinstimmung		

Tabelle 14: Labor 9, alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				0.867	Sensitivität
	pos	neg	Total			
pos	13	1	14		0.987	Spezifität
neg	2	78	80		0.968	Richtigkeit
Total	15	79	94		1.266	Falsch positiv Rate (%)
					13.333	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.878			fast vollständige Übereinstimmung		

Die statistische Übereinstimmung ist in den meisten Fällen stark oder fast vollständig. Einziger Ausreisser ist die Matrix Trinkwasser im Verteilnetz von Labor 2 (Tabelle 3), was auch das Gesamtergebnis dieses Labors (Tabelle 4) negativ beeinflusst.

Von den 100 Proben überschritten 8 den Höchstwert übereinstimmend mit beiden Methoden, jedoch gab es mit der TBDV-Methode 20 falsch positive Proben. Falsch negative Proben gab es hingegen keine. Die betroffenen 100 Proben stammten alle von der gleichen Wasserversorgung. Die einseitige Abweichung bedeutet eine deutlich strengere Beurteilung der Proben mit der TBDV Methode als mit der Referenzmethode.

Die Trinkwasserproben der anderen Laboratorien stammten von verschiedenen Trinkwasserversorgungen. Die grosse Menge von 100 Ergebnissen aus einem einzigen Habitat würde das Gesamtergebnis verfälschen und wurde deshalb von der Validierung ausgeschlossen.

Matrixbezogene qualitative Analyse der Daten aller Laboratorien

Die übrige Datenmenge von insgesamt 1'027 Proben war ausreichend gross für Validierungsversuche der einzelnen Matrices gemäss SAS-Leitfaden (3). Die matrixbezogenen Auswertungen der Daten aller Laboratorien sind in den Tabellen 15 bis 18 dargestellt.

Tabelle 15: Trinkwasser an der Fassung, unbehandelt

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999		Total		0.897	Sensitivität
	pos	neg			1.000	Spezifität
pos	26	0	26		0.976	Richtigkeit
neg	3	94	97		0.000	Falsch positiv Rate (%)
Total	29	94	123		10.345	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.930		fast vollständige Übereinstimmung			

Tabelle 16: Trinkwasser nach der Behandlung

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999		Total		0.882	Sensitivität
	pos	neg			0.953	Spezifität
pos	30	6	36		0.938	Richtigkeit
neg	4	122	126		4.688	Falsch positiv Rate (%)
Total	34	128	162		11.765	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.818		fast vollständige Übereinstimmung			

Tabelle 17: Trinkwasser im Verteilnetz (ohne die Proben von Labor 2)

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999		Total		0.864	Sensitivität
	pos	neg			0.980	Spezifität
pos	57	9	66		0.965	Richtigkeit
neg	9	445	454		1.982	Falsch positiv Rate (%)
Total	66	454	520		13.636	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.844		fast vollständige Übereinstimmung			

Tabelle 18: Wasser in öffentlichen Bädern

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999		Total		0.944	Sensitivität
	pos	neg			0.982	Spezifität
pos	17	3	20		0.978	Richtigkeit
neg	1	161	162		1.829	Falsch positiv Rate (%)
Total	18	164	182		5.556	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.883		fast vollständige Übereinstimmung			

Die Auswertung der Daten ergab mit Kappa von 0.818 bis 0.930 für jede einzelne Matrix eine fast vollständige Übereinstimmung der zu validierenden Methode mit der Referenzmethode. Bei der Matrix "Wasser in öffentlichen Bädern" ist die Anzahl positiver Proben mit der Referenzmethode knapp. Der Konkordanzindex ist jedoch so gut, dass er auch bei 2 zusätzlichen falsch negativen Proben noch bei 0.832 und damit im akzeptablen Bereich läge.

Die relative Sensitivität, Spezifität und Richtigkeit fielen mit 0.864 bis 1.0 überzeugend aus. Ebenso können die falsch positiv- und falsch negativ Raten von 0 bis 13.6 % als für eine Validierung gute Werte bezeichnet werden.

Summarische qualitative Datenanalyse

Die Auswertung der Proben aller untersuchten Matrices ist in Tabelle 19 dargestellt. Die Werte für den Konkordanzindex Kappa, die relative Sensitivität, Spezifität und Richtigkeit, sowie für die falsch positiv- und negativ Raten sind für eine qualitative Validierung im Anwendungsbereich der TBDV akzeptabel.

Die effektive Nachweisgrenze wurde nicht ermittelt, da sie von der Referenzmethode ebenfalls nicht bekannt ist. Die numerische Ausgeglichenheit der 18 negativen und 17 positiven Abweichungen deuten jedoch auf eine gleichwertige Nachweisgrenze hin.

Tabelle 19: Alle Wassermatrices

Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				0.901	Sensitivität
	pos	neg	Total			0.979
pos	155	18	173		0.966	Richtigkeit
neg	17	837	854		2.105	Falsch positiv Rate (%)
Total	172	855	1'027		9.884	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	0.878	fast vollständige Übereinstimmung				

Qualitative Datenanalyse der Ringversuchsproben

5 Laboratorien untersuchten auch 14 verschiedene PHE Ringversuchsproben. Diese Proben wurden als "Trinkwasser nach Behandlung" interpretiert. 6 Proben wurden nur von einem Labor angesetzt, 2 Proben wurden von 2 Laboratorien, 3 Proben von 3 Laboratorien untersucht. Weitere 3 Ringversuchsproben wurden in 5 Laboratorien untersucht, wobei von einem Labor je 3 Ergebnisse von verschiedenen Laborantinnen generiert wurden, so dass je 7 Einzelergebnisse dieser Ringversuchsproben entstanden.

Auf diese Weise wurden 40 Einzelergebnisse erzielt. Bei allen 40 Proben stimmten die Beurteilungen mit der Referenz- und Alternativmethode überein (siehe Tabelle 20). Allerdings war die Zahl der als "neg" beurteilten Proben (unterhalb des Höchstwertes) mit 15 zu klein, um die Bedingungen des SAS-Leitfadens (3) zu erfüllen.

Tabelle 20: PHE Ringversuchsproben als Trinkwasser nach Behandlung

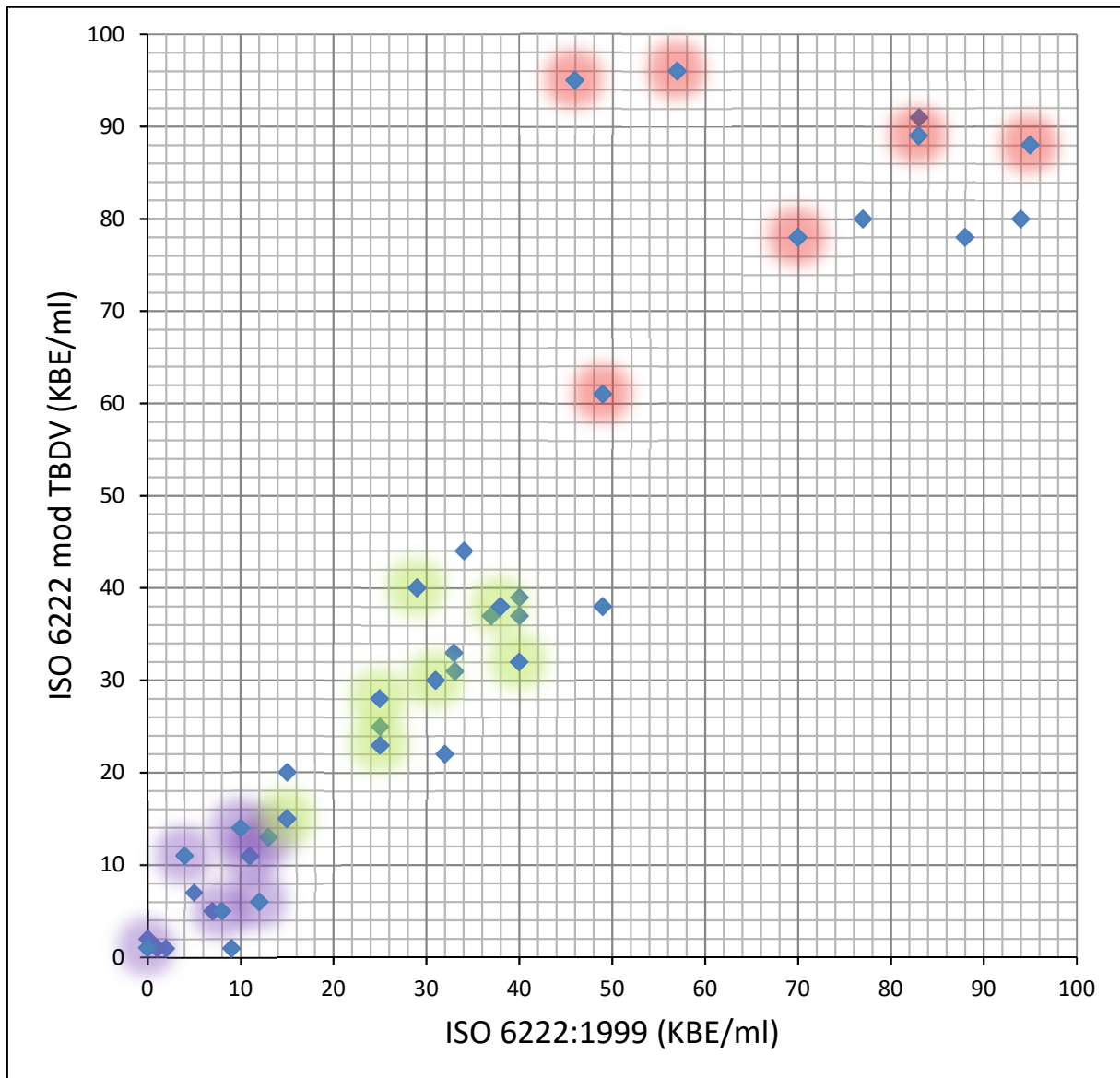
Alternativmethode TBDV	Referenzmethode ISO 6222:1999				1.000	Sensitivität
	pos	neg	Total			1.000
pos	25	0	25		1.000	Richtigkeit
neg	0	15	15		0.000	Falsch positiv Rate (%)
Total	25	15	40		0.000	Falsch negativ Rate (%)
Kappa	1.000	vollständige Übereinstimmung				

Quantitative Datenanalyse der Ringversuchsproben

Mit den Ringversuchsergebnissen ist auch eine beschränkte quantitative Auswertung möglich. Je 16 Einzelergebnisse des Alternativverfahrens sind grösser, respektive kleiner als die des Referenzverfahrens, und 6 Ergebnisse sind zahlenmässig exakt gleich. Das gibt einen ersten Hinweis auf eine Ausgeglichenheit der beiden Methoden.

In Diagramm 1 findet sich die zugehörige grafische Darstellung der Ergebnisse dieser Ringversuchsproben.

Diagramm. 1: Analysenwerte der Ringversuchsproben



Die Ringversuchsproben W182, die siebenfach untersucht wurden, sind farblich hinterlegt. Die Datenpunkte von W182A (violett hinterlegt) und die von W182C (grün hinterlegt) stimmen gut überein. Bei W182B (rot hinterlegt) sind die Werte der Referenzmethode deutlich breiter gestreut als die der Alternativmethode. Für mikrobiologische Keimzählungen sind solche Streubreiten jedoch noch normal. Die Ringversuchsauswertung ergab, dass alle Werte im erwarteten Bereich lagen.

Mit den 40 Ringversuchsergebnissen wurde für den Anwendungsbereich bis 100 KBE/ml auch die statistische Übereinstimmung gemäss SAS-Leitfaden (3) berechnet.

Die Summe der KBE aller 40 Ringversuchsergebnisse mit der Referenzmethode beträgt 1'365, die Alternativmethode ergibt ein um 81 KBE oder 5.9 % grösseren Wert, was für mikrobiologische Vergleiche als nahe bei null liegend interpretiert werden kann. Die durchschnittliche Richtigkeit der Alternativmethode in Bezug auf die Ringversuchsproben wird somit auch quantitativ als zufriedenstellend beurteilt.

Gemäss SAS-Leitfaden (3) soll der Mittelwert der Differenzen $|md|$ kleiner sein als der kritische Wert aus der Student's Test Tabelle für $n-1$ Freiheitsgrade mit 95 % und Vertrauensintervall $0.975 t_{df(39); 0.975}$ mal die Standardabweichung der gemessenen Differenzen s_d geteilt durch die Wurzel der Anzahl Wertepaare \sqrt{n} . Das ist mit $|md| = 2.03$ und $t_{df(40); 0.975} * s_d / \sqrt{n} = 3.63$ auch der Fall. Für die Berechnung wurde mangels t-Wert für 39 Freiheitsgrade der t-Wert für 40 Freiheitsgrade gewählt. Der kleine Fehler verkleinert den Wert der rechten Seite der Ungleichung, führt also zu einer etwas strengeren Beurteilung dieses Validierungskriteriums und ist somit für die Validierung irrelevant.

Für eine Validierung soll die Steigung der Regressionsgeraden gemäss den Vorgaben der SAS-Leitfaden (3) statistisch nicht von 1 verschieden sein. Die Ungleichung dazu ist folgendermassen vorgegeben: $|m - 1| < t_{df(40); 0.975} * s_m$, wobei m die Steigung der Regressionsgeraden und s_m die Standardabweichung der Steigung der Regressionsgeraden bedeuten. Die konkret berechneten Werte erfüllen mit $0.16 < 21.41$ auch diese Vorgabe.

Quantitative Datenanalyse der 3 Ringversuchsproben mit je 7 Einzelergebnissen

Die 3 Ringversuchsproben mit je 7 Einzelergebnissen (Tabelle 21) bieten sich zur Abschätzung der Vergleichspräzision an.

Tabelle 21: PHE Ringversuchsproben mit 7 Einzelergebnissen

PHE Ringversuchsprobe	Labor	Referenzmethode ISO 6222:1999 Beurteilung	Alternative-methode TBDV Beurteilung	Referenzmethode ISO 6222:1999 Realwerte	Alternative-methode TBDV Realwerte	Mittelwert der Abweichungen
W182A	1	neg	neg	13	13	5.2 %
W182A	2	neg	neg	11	11	
W182A	4	neg	neg	10	14	
W182A	7.1	neg	neg	12	6	
W182A	7.2	neg	neg	8	5	
W182A	7.3	neg	neg	4	11	
W182A	8	neg	neg	0	1	
W182B	1	>HW	>HW	46	95	23.8 %
W182B	2	>HW	>HW	57	96	
W182B	4	>HW	>HW	49	61	
W182B	7.1	>HW	>HW	95	88	
W182B	7.2	>HW	>HW	83	91	
W182B	7.3	>HW	>HW	70	78	
W182B	8	>HW	>HW	83	89	
W182C	1	>HW	>HW	38	38	1.5 %
W182C	2	>HW	>HW	31	30	
W182C	4	neg	neg	15	15	
W182C	7.1	>HW	>HW	40	32	
W182C	7.2	>HW	>HW	29	40	
W182C	7.3	>HW	>HW	25	23	
W182C	8	>HW	>HW	25	28	

Über Mittelwerte und Standardabweichungen wurden die Präzision und relative Richtigkeit gemäss dem SAS-Leitfaden (3) berechnet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 22 zusammengestellt.

Die Standardabweichungen und somit auch die Präzision bewegen sich bei W182A und C für beide Methoden im gleichen Rahmen. Bei 182B sind die Werte der Referenzmethode deutlich schlechter als die der zu validierenden Methode, was auf die grösseren Abweichungen der Ergebnisse von Labor 1 und 4 (siehe fett gedruckte Zahlen in Tabelle 21) bei der Referenzmethode zurückgeführt werden kann. Alle Werte liegen jedoch noch im normalen Rahmen für kulturelle mikrobiologische Ergebnisse.

Die relative Richtigkeit ist für die Proben W128A und C sehr gut. Bei der Probe B ist der Wert mit fast 24 % deutlich schlechter. Auch das ist eine Folge der beiden bereits erwähnten abweichenden Ergebnisse bei der Referenzmethode (und nicht der Alternativmethode).

Tabelle 22: Quantitative statistische Daten der PHE Ringversuche W 182 A, B und C

Methode	Mittelwert		Standardabweichung (% des Mittelwertes)		Präzision (in %)		Richtigkeit (in %)
	Referenz	Alternativ	Referenz	Alternativ	Referenz	Alternativ	
W182A	8.29	8.71	4.72 (56.9)	4.79 (54.9)	13.20 (159)	13.40 (153)	0.43 (5.2)
W182B	69	85.43	18.89 (27.4)	12.29 (14.4)	52.90 (76.7)	34.40 (40.4)	16.43 (23.8)
W182C	29	29.43	8.50 (29.3)	8.60 (29.2)	23.81 (82.1)	24.08 (81.8)	0.43 (1.5)

Schlussfolgerung

Mit der hier vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die gemäss TBDV modifizierte Methode zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keime im Hinblick auf die Beurteilung valide ist und auch quantitativ im Anwendungsbereich bis 100 KBE/ml mit der ISO 6222:1999 übereinstimmt.

Literatur

- (1) ISO 6222:1999, Wasserbeschaffenheit - Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen - Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium
- (2) Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV), Stand 1.5.2018
- (3) Leitfaden zur Validierung mikrobiologischer Prüfverfahren und zur Abschätzung der Messunsicherheit im Bereich Lebensmittel- und Umweltmikrobiologie; Dokument Nr. 328dw, Rev. 04, 2017
- (4) Validierung AMK PCA.docx, AVSAG, anlässlich der 132. ERFA NWCH Sitzung am 30.6.2017 (nicht publiziert)
- (5) ISO 4833-1:2013, Mikrobiologie der Lebensmittelkette - Horizontales Verfahren zur Zählung von Mikroorganismen - Teil 1: Koloniezählverfahren bei 30° C mittels Gussplattenverfahren

Autoren-Kontaktdaten

AG¹): Christoph Müller, Amt für Verbraucherschutz, Obere Vortstadt 14, 5000 Aarau

BL²): Sarah Kroos, Rainer Fretz-Männel, Amt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen Basel-Landschaft, Gräubernstrasse 12, 4410 Liestal

BS³): Sylvia Gautsch, Kantonales Laboratorium Basel-Stadt, Kannenfeldstrasse 2, CH-4056 Basel

LU⁴): Susanne Losio, Abteilungsleiterin Biologie, Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz, Vonmattstrasse 16, 6002 Luzern

SG⁵): Linda Thöny-Meyer, Amt für Verbraucherschutz und Veterinärwesen, Blarerstrasse 2, 9001 St.Gallen

SO⁶): Bozena Korczak Stuber, Kantonale Lebensmittelkontrolle, Werkhofstrasse 5, 4509 Solothurn

TI⁷): Petra Giannini, Laboratorio cantonale, via Mirasole 22, 6500 Bellinzona

ZH⁸): Sonja Förster, Kantonales Labor Zürich, Fehrenstrasse 15, 8032 Zürich

BLV⁹): Renate Boss, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern