

DIN EN ISO 23691:2026-11 (D)

Mikrobiologie der Lebensmittelkette - Bestimmung und Verwendung von Kardinalwerten (ISO 23691:2026); Deutsche Fassung EN ISO 23691:2026

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Kurzbeschreibung.....	16
4.1 Allgemeines.....	16
4.2 Gamma-Funktionen.....	17
4.2.1 Allgemeines.....	17
4.2.2 Beschreibung der Auswirkungen der Temperatur	17
4.2.3 Beschreibung der Auswirkungen des pH-Werts	18
4.2.4 Beschreibung der Auswirkungen von a_w	19
4.2.5 Beschreibung der Auswirkungen von Konzentrationen von Hemmstoffen	21
4.3 Prozess der Kardinalwert- und Lebensmittel-Korrekturfaktor-Bestimmung.....	21
4.4 Bestimmung der maximalen spezifischen Wachstumsrate.....	22
4.4.1 Allgemeines.....	22
4.4.2 Binäres Verdünnungsverfahren auf OD-Basis.....	22
4.4.3 Direktes Ausstrichverfahren	23
4.5 Bestimmung der Kardinalwerte.....	24
4.6 Korrekturfaktorbestimmung.....	25
4.7 Validierung.....	26
4.8 Verwenden von Kardinalwerten und Lebensmittel-Korrekturfaktor in Vorhersagen.....	27
5 Reagenzien und Materialien	28
6 Gerät.....	28
7 Versuchsanordnung und Datenerhebung	29
7.1 Allgemeines.....	29
7.2 Herstellung von Kultur und Medium	29
7.2.1 Wahl und Lagerung des untersuchten Stamms	29
7.2.2 Herstellung und Beimpfung der mikrobiellen Kultur.....	30
7.2.3 Herstellung der modifizierten Nährbouillon	30
7.3 Niveaus nach Faktor zum Schätzen von Kardinalwerten.....	31
7.3.1 Allgemeines.....	31
7.3.2 Temperatur	32
7.3.3 pH	33
7.3.4 Wasseraktivität.....	34
7.3.5 Hemmstoffe	35
7.4 Versuchsanordnung zum Schätzen der maximalen spezifischen Wachstumsrate mit dem binären Verdünnungsverfahren auf OD-Basis.....	36
7.5 Versuchsanordnung zum Schätzen der maximalen spezifischen Wachstumsrate mit dem direkten Ausstrichverfahren.....	37
7.6 Bestimmung des Lebensmittel-Korrekturfaktors auf der Grundlage eines Challenge-Tests.....	37

7.7	Validierung.....	38
8	Angeben der Ergebnisse: Schätzung der Wachstumsparameter	39
8.1	Allgemeines.....	39
8.2	Beurteilung der maximalen spezifischen Wachstumsrate bei jedem Niveau von intrinsischen oder extrinsischen Faktoren (erster Schritt)	39
8.2.1	Allgemeines.....	39
8.2.2	Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten anhand von direkten Ausstrichdaten	39
8.2.3	Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten durch das binäre Verdünnungsverfahren auf OD-Basis	40
8.3	Beurteilung von Kardinalwerten und der optimalen Wachstumsrate in Bouillon μ_{Broth} (zweiter Schritt)	40
8.4	Beurteilung von C_f (dritter Schritt)	41
8.5	Validierung (vierter Schritt).....	42
9	Verwenden von Kardinalwerten zum Durchführen von Vorhersagen des mikrobiellen Wachstums	42
9.1	Allgemeines.....	42
9.2	Voraussetzungen für Wachstumsvorhersagen.....	43
9.3	Verwenden von Kardinalwerten zum Simulieren von Wachstum	44
9.3.1	Wachstumssimulation bei einer vorgegebenen statischen Temperatur	44
9.3.2	Wachstumsvorhersage mit einem dynamischen Zeit-Temperatur-Szenario.....	46
9.3.3	Wachstumssimulation unter statischen Bedingungen von Temperatur, pH und a_w	46
10	Untersuchungsbericht.....	48
11	Qualitätssicherung.....	49
Anhang A (informativ)	Unverbindliche und nicht vollständige Liste von Werkzeugen für Primär- und Sekundäranpassungen und Simulationen	50
Anhang B (informativ)	Leitfaden zum Ermitteln von verschiedenen a_w -Werten beim Verwenden von verschiedenen feuchtigkeitsbindenden Mitteln in Bouillon	55
Anhang C (informativ)	Wachstumsratenbestimmung.....	56
C.1	Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten durch das binäre Verdünnungsverfahren auf OD-Basis	56
C.2	Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten anhand von direkten Ausstrichdaten	57
Anhang D (informativ)	Plattenanordnung	60
Anhang E (informativ)	Beispiel für die Verwendung von Kardinalwerten für die Wachstumssimulation und deren Variation	61
Literaturhinweise		64

Bilder

Bild 1	— Mikrobielle Wachstumskinetik, aufgetragen als Plattenauszahlungsergebnisse in $\ln$ (KBE/g oder /ml) gegen die Zeit (h)	24
Bild 2	— Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kardinalwerten für die Temperatur.....	33
Bild 3	— Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kardinalwerten für pH	34
Bild 4	— Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kardinalwerten für die Wasseraktivität	35
Bild 5	— Versuchsanordnung zur Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration (MIC)	36

Bild 6 — Darstellung einer Sekundärmodellanpassung mit dem nlsMicrobio-R-Paket.....	41
Bild 7 — Darstellung einer Wachstumssimulation (durchgezogene Linie) in einem Lebensmittelerzeugnis bei 9 °C.....	45
Bild 8 — Darstellung einer Wachstumssimulation (durchgezogene Linie) in einem Lebensmittelerzeugnis mit einem dynamischen Temperaturprofil (gestrichelte Linie)	46
Bild 9 — Darstellung einer Wachstumsvorhersage in einem Lebensmittelerzeugnis	48
Bild C.1 — Darstellung von aufeinander folgenden Verdünnungskinetiken, ermittelt mit dem binären Verdünnungsverfahren auf OD-Basis	57
Bild C.2 — Lineare Regression an den Daten (ln der Verdünnungen aufgetragen gegen die Erfassungszeiten (h)) zum Ableiten der Steigung, welche der maximalen spezifischen Wachstumsrate (μ_{max} , h^{-1}) entspricht.....	57
Bild C.3 — Beispiel für das Anpassen von Plattenzählungs-Wachstumsdaten unter Verwendung von frei verfügbaren Werkzeugen	58
Bild E.1 — Verteilung der Temperatur und die resultierende Verteilung der maximalen spezifischen Wachstumsraten.....	62
Bild E.2 — Darstellung einer Wachstumssimulation in einem Lebensmittelerzeugnis, wenn der extrinsische Faktor Lagertemperatur statisch ist, aber eine gewisse Variabilität von Produkt zu Produkt aufweist.....	63
 Tabellen	
Tabelle 1 — Parameterschätzung mit R	41
Tabelle A.1 — Unverbindliche und nicht vollständige Liste von Werkzeugen für Primär- und Sekundäranpassungen und Simulationen und Hauptfunktionalitäten	51
Tabelle B.1 — Vorhergesagte a_w -Werte für Glycerin, Glucose und Saccharose, hinzugefügt in reinem Wasser bei 25 °C.....	55
Tabelle C.1 — Mit DMFit, Sym'Previus und GrowthPredictor ermittelte Ergebnisse beim Anpassen von Versuchsdaten von Bild C.3	58
Tabelle D.1 — Beispielhafte Plattenanordnung für acht Niveaus und acht aufeinander folgende zweifache Verdünnungen.....	60