



Standard Operating Procedure

Standardprüfanweisung für manuelle Dosiergeräte

Copyright© 2019 Eppendorf AG, Germany. All rights reserved, including graphics and images. No part of this publication may be reproduced without the prior permission of the copyright owner.

Eppendorf® and the Eppendorf Brand Design are registered trademarks of Eppendorf AG, Germany.

Biomaster®, Combitips®, Combitips advanced®, Combitips plus®, ep Dualfilter T.I.P.S.®, epT.I.P.S.®, Eppendorf Varitips®, Eppendorf Reference®, Eppendorf Reference® 2, Eppendorf Research®, Eppendorf Xplorer®, Eppendorf Xplorer® plus, Mastertip®, Maxipettor®, Multipette®, Multipette stream®, Multipette Xstream®, Repeater®, Varipette® and Varispenser® are registered trademarks of Eppendorf AG, Germany.

Eppendorf Top Buret™ is a protected trademark of Eppendorf AG, Germany.

Registered trademarks and protected trademarks are not marked in all cases with ® or ™ in this manual.

U.S. Design Patents are listed on www.eppendorf.com/ip

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungshinweise	7
1.1	Glossar	7
1.2	Vorwort	12
1.3	Versionsübersicht	13
1.4	Unterstützte Dosiergeräte	14
1.4.1	Mechanische Kolbenhubpipetten – Luftpolsterprinzip	14
1.4.2	Elektronische Kolbenhubpipetten – Luftpolsterprinzip	14
1.4.3	Mechanische Kolbenhubpipetten – Hybridsystem	14
1.4.4	Mechanische Kolbenhubpipetten – Direktverdrängerprinzip	14
1.4.5	Mechanische Mehrfachdispenser – Direktverdrängerprinzip	14
1.4.6	Elektronische Mehrfachdispenser – Direktverdrängerprinzip	14
1.4.7	Mechanische Einzelhubdispenser – Direktverdrängerprinzip	15
1.4.8	Mechanische Flaschenaufsatzbürette – Direktverdrängerprinzip	15
2	Informationen zur Reinigung und Wartung	16
2.1	Kolbenhubpipetten reinigen und warten – Luftpolsterprinzip	16
2.1.1	Einkanalpipetten	16
2.1.2	Mehrkanalpipetten	17
2.2	Kolbenhubpipette reinigen – Direktverdrängerprinzip	17
2.3	Mehrfachdispenser reinigen – Direktverdrängerprinzip	17
2.4	Einzelhubdispenser reinigen	17
2.5	Flaschenaufsatzbüretten reinigen	18
2.6	Dekontamination vor Versand	18
3	Fehlerursachen und Fehlerabhilfe	19
4	Prüfintervalle	20
5	Prüfarten	21
5.1	Sichtkontrolle bei allen Dosiergeräten	21
5.2	Sichtkontrolle bei Einzelhubdispensern und Flaschenaufsatzbüretten	21
5.3	Dichtigkeit prüfen bei Dosiergeräten mit Luftpolsterprinzip	21
5.3.1	Dosiersystem ist dicht	22
5.3.2	Dosiersystem ist undicht	22
5.4	Dichtigkeit prüfen bei Dosiergeräten mit Direktverdrängerprinzip	22
5.5	Zwischenprüfung – Quick-Check	22
5.6	Konformitätsprüfung	22
6	Bedingungen für die gravimetrische Prüfung	23
6.1	Messplatzaufbau	23
6.1.1	Analysenwaage und Wägegefäß	23
6.1.2	Messplatz	24
6.2	Prüfflüssigkeit	24

6.3	Prüfspitzen	24
6.4	Datentransfer und Datenauswertung	24
6.5	Weitere Prüfbedingungen	24
7	Kalibrierung durchführen	25
7.1	Messplatz für Kalibrierung vorbereiten	27
7.1.1	Dosiergerät, Prüfflüssigkeit und Analysenwaage vorbereiten	27
7.1.2	Eine 384er-Mehrwegbox vorbereiten für Mehrkanalpipetten mit 16 Kanälen	27
7.1.3	Eine 384er-Mehrwegbox vorbereiten für Mehrkanalpipetten mit 24 Kanälen	28
7.1.4	Dokumentation vorbereiten	28
7.2	Checklisten zur Vorbereitung der Kalibrierung	29
7.2.1	A – Prüfbedingungen	29
7.2.2	B – Prüfflüssigkeit	30
7.2.3	C – Dosiergerät	30
7.2.4	D – Analysenwaage	31
7.2.5	E – Kalibriersoftware	31
7.3	Messreihe erheben	32
7.3.1	Nennvolumen	32
7.3.2	Anzahl der Messwerte	32
7.3.3	Anzahl der bestückten Spitzenkonden – 8- und 12-Kanalunterteile	32
7.3.4	Anzahl der bestückten Spitzenkonden – 16- und 24-Kanalunterteile	32
7.3.5	Prüfvolumen	33
7.3.6	Übersicht der Kalibrierabläufe	33
7.3.7	Messwerte ermitteln – mechanische Einkanalpipetten	35
7.3.8	Messwerte ermitteln – mechanische Mehrkanalpipetten mit 4,5 mm Konenabstand	35
7.3.9	Prüfdurchgang I und II	36
7.3.10	Messwerte ermitteln – mechanische Mehrkanalpipetten mit 9 mm Konenabstand	37
7.3.11	Messwerte ermitteln – elektronische Einkanalpipetten	37
7.3.12	Messwerte ermitteln – elektronische Mehrkanalpipetten mit 4,5 mm	38
7.3.13	Prüfdurchgang I und II	38
7.3.14	Messwerte ermitteln – elektronische Mehrkanalpipetten mit 9 mm Konenabstand	39
7.3.15	Messwerte ermitteln – Hybridsysteme	40
7.3.16	Messwerte ermitteln – mechanische Mehrfachdispenser	40
7.3.17	Messwerte ermitteln – elektronische Mehrfachdispenser	41
7.3.18	Messwerte ermitteln – mechanische Einzelhubdispenser	41
7.3.19	Messwerte ermitteln – mechanische Flaschenaufsatzbürette	41

8	Kalibrierung auswerten	42
8.1	Gravimetrische Messwerte in Volumen umrechnen	43
8.2	Korrekturfaktor Z	44
8.3	Arithmetischen Volumenmittelwert berechnen	45
8.4	Systematische Messabweichung berechnen	46
8.4.1	Absolute systematische Messabweichung	46
8.4.2	Relative systematische Messabweichung	46
8.5	Zufällige Messabweichung berechnen	47
8.5.1	Absolute zufällige Messabweichung	47
8.5.2	Relative zufällige Messabweichung	47
8.6	Prüfprotokoll	48
8.6.1	Prüfer	48
8.6.2	Dosiergerät	48
8.6.3	Prüfspitze	48
8.6.4	Analysenwaage	48
8.6.5	Justierung	48
8.6.6	Prüfbedingungen	49
8.6.7	Prüfverfahren	49
8.6.8	Messreihen	49
8.6.9	Reinigung	50
8.6.10	Wartung	50
9	Zulässige Messabweichungen	51
9.1	Prüfbedingungen	51
9.1.1	Multipette E3/E3x	51
9.1.2	Multipette stream/Xstream	51
9.1.3	Research pro	51
9.1.4	Xplorer/Xplorer plus	51
9.2	Biomaster – Messabweichung	52
9.3	Multipette E3/E3x – Repeater E3/E3x – Messabweichung	53
9.4	Multipette M4 – Repeater M4 – Messabweichung	55
9.5	Multipette plus – Repeater plus – Messabweichung	57
9.6	Multipette/Repeater stream/Xstream – Messabweichung	58
9.7	Reference – Messabweichung	59
9.7.1	Reference – Einkanalpipetten mit festem Volumen	59
9.7.2	Reference – Einkanalpipetten mit variablem Volumen	60
9.8	Reference 2 – Messabweichung	61
9.8.1	Reference 2 – Einkanalpipetten mit festem Volumen	61
9.8.2	Reference 2 – Einkanalpipetten mit variablem Volumen	62
9.8.3	Reference 2 – Mehrkanalpipetten mit variablem Volumen	63
9.9	Research – Messabweichung	64
9.9.1	Research – Einkanalpipetten mit festem Volumen	64
9.9.2	Research – Einkanalpipetten mit variablem Volumen	65
9.9.3	Research – Mehrkanalpipetten mit variablem Volumen	66

9.10	Research plus – Messabweichung	67
9.10.1	Research plus – Einkanalpipetten mit festem Volumen	67
9.10.2	Research plus – Einkanalpipetten mit variablem Volumen	68
9.10.3	Research plus – Mehrkanalpipetten mit festen Konen- abständen	69
9.11	Research pro – Messabweichung	70
9.11.1	Research pro – Einkanalpipetten mit variablem Volumen	70
9.11.2	Research pro – Mehrkanalpipetten mit variablem Volumen	71
9.12	Top Buret M/H – Messabweichung	72
9.12.1	Top Buret M	72
9.12.2	Top Buret H	72
9.13	Varipette – Messabweichung	73
9.13.1	Maxipettor – Messabweichung	73
9.14	Varispenser/Varispenser plus – Messabweichung	74
9.14.1	Varispenser	74
9.14.2	Varispenser plus	75
9.15	Xplorer/Xplorer plus – Messabweichung	76
9.15.1	Xplorer/Xplorer plus – Einkanalpipetten mit variablem Volumen	76
9.15.2	Xplorer/Xplorer plus – Mehrkanalpipetten mit festem Konenabstand	77
9.16	Fehlgrenzen gemäß EN ISO 8655	78
9.16.1	Beispiel – Reference 2	78
9.16.2	Luftpolsterpipetten mit festem und variablem Volumen	79
9.16.3	Direktverdrängerpipetten	80
9.16.4	Mehrfachdispenser	81
9.16.5	Einzelhubdispenser	82
9.16.6	Kolbenhubbüretten	83
10	Justierung	84
10.1	Justieren bei abweichenden Kalibrierergebnissen	84
10.1.1	Ursachen der Dosierabweichung prüfen	84
10.2	Justieren bei abweichenden Bedingungen	85
	Index	86

1 Anwendungshinweise

1.1 Glossar

A

Autoklavieren

Thermisches Verfahren, um Mikroorganismen abzutöten und Viren und Enzyme zu inaktivieren. DNA wird nicht vollständig zerstört. Die zu autoklavierenden Gegenstände werden in einem Druckbehälter bei 121 °C, 1000 hPa (1 bar) Überdruck für 20 min in Wasserdampf gelagert.

C

Combitips advanced

Dispenserspitze für alle Eppendorf Multipetten und Repeater. Dispenserspitzen sind Verbrauchsartikel für den Einmalgebrauch und bestehen aus einem Kolben und einem Zylinder und arbeiten nach dem Direktverdrängerprinzip.

D

Dampfdruck

Bezeichnung für den Druck, den ein Körper (fest oder flüssig) mit seinem Dampf in einem geschlossenen Behälter ausübt. Der Dampf befindet sich mit seinem festen oder flüssigen Körper im Gleichgewicht. Mit steigender Temperatur erhöht sich der Dampfdruck. Am Siedepunkt hat jede reine Flüssigkeit einen Dampfdruck von 1013 hPa (mbar). Volumenfehler durch hohen Dampfdruck lassen sich durch Vorbenetzen der Spitze reduzieren.

Dichtigkeit

Undurchlässigkeit von Luft oder Flüssigkeit. Bei Dosiergeräten muss der Bereich zwischen Flüssigkeit und Kolben dicht sein.

Direktverdrängerprinzip

Konstruktionsmerkmal bei Kolbenhubdosierern. Die Flüssigkeit steht bei der Aufnahme und Abgabe direkt mit dem Kolben der Dispenserspitze (Combitip) in Kontakt.

Dispenser

Ein Dispenser ist ein Dosiergerät, das nach dem Direktverdrängerprinzip arbeitet. Es gibt Mehrfachdispenser und Einzelhubdispenser.

Dispensierschritt

Flüssigkeitsabgabe des eingestellten Teilvolumens bei Direktverdrängern und elektronischen Pipetten.

Dispensiervolumen

Volumen pro Dispensierschritt.

Dosiersystem

Dosiergerät und die dazu passende Dosierspitze bilden das Dosiersystem.

E**Einzelhubdispenser**

Dosiergeräte, die nach dem Direktverdrängerprinzip arbeiten. Einzelhubdispenser werden auch als Flaschenaufsatzdispenser bezeichnet. Das gesamte aufgenommene Volumen wird mit einer Dosierung abgegeben.

epT.I.P.S.

Markennamen für Pipettenspitzen ohne Filter der Eppendorf AG.

F**Fehlergrenzen**

Angaben für die höchste oder niedrigste zulässige Abweichung des dosierten Volumens vom Nenn- oder Nutzvolumen. Für die Fehlergrenzen werden die systematischen und die zufälligen Messabweichungen angegeben. Die Fehlergrenzen sind einmal nach der ISO 8655 angegeben und einmal nach den Herstellergrenzen der Eppendorf AG.

Fixvolumenpipette

Das dosierbare Volumen ist fest vorgegeben und kann nicht verstellt werden.

Flaschenaufsatzbürette

Kolbenbüretten dienen zur Abgabe von Flüssigkeiten bis externe Kriterien (z.B. pH, Leitfähigkeit) erreicht sind. Dosiergerät für die Abgabe von großen Flüssigkeitsmengen. Das maximale Abgabevolumen entspricht dem Flascheninhalt. In diese Gruppe gehören die Top Buret M und die Top Buret H.

Flaschenaufsatzdispenser

Dosiergerät, das pro Flüssigkeitsaufnahme einmal Flüssigkeit abgeben kann. In diese Gruppe gehören der Varispenser und der Varispenser plus.

Freistrahldosierung

Abgabe der Flüssigkeit ohne Berührung der Dosierspitze (Pipettenspitze, Dispenserspitze) mit der Gefäßwand.

G**Gefäß**

Reaktionsgefäß oder einzelnes Well in einer Platte.

Gravimetrische Volumenprüfung

Massenbestimmung eines abgegebenen Volumens unter Laborbedingungen. Aus dem Gewicht der Flüssigkeitsmenge wird über den Dichtewert bei der Messtemperatur das abgegebene Volumen berechnet.

H**Hub**

Der Hub ist die Wegstrecke eines Kolbens.

I

Inkrement

Schrittweite oder Auflösung. Kleinste mögliche Änderung, um die ein Wert erhöht wird.

ISO 8655

Die Norm definiert Grenzwerte für die systematische Messabweichung, die zufällige Messabweichung und die Prüfverfahren für Dosiergeräte.

J

Justierung

Mechanische Änderung des Kolbenhubs, sodass die Messabweichung vom Sollwert möglichst gering ist und innerhalb der Gerätespezifikation liegt.

K

Kalibrierung

Messprozess zur zuverlässigen und reproduzierbaren Feststellung und Dokumentation der Messabweichung eines Dosiergeräts.

Kolbenhubpipette

Ein Kolben in der Pipette wird je nach Aufgabe nach oben oder unten bewegt. Die Flüssigkeit wird in eine Pipettenspitze aufgenommen.

L

Luftpolsterprinzip

Konstruktionsmerkmal bei Kolbenhubpipetten. Ein Luftpolster trennt die Flüssigkeit in der Kunststoffspitze vom Kolben im Pipetteninneren. Das Luftpolster wird vom Kolben bewegt und wirkt wie eine elastische Feder.

M

Maximalvolumen

Für die Dosierungen maximal nutzbares Volumen.

Mehrfachdispenser

Dosiergeräte, die pro Füllvolumen mehrfach Flüssigkeit abgeben können. Zu den Mehrfachdispensern gehören alle Multipetten/Repeater. Mehrfachdispenser werden auch als Handdispenser bezeichnet.

Mehrvolumen

Summe von Resthub und Umkehrhub.

N

Nennvolumen

Das maximale vom Hersteller angegebene Abgabevolumen eines Dosiersystems.

P**Präzision**

Streubreite der Messwerte um den Sollwert. Eine kleine Streubreite entspricht einer hohen Präzision. Eine große Streubreite entspricht einer geringen Präzision.

R**Rack**

Halter für Gefäße oder Pipettenspitzen.

Resthub

Flüssigkeitsreserve. Nach der vollständigen Abgabe aller Dispensierschritte übrig gebliebene Flüssigkeitsmenge.

Resthubsperr

Die Resthubsperr verhindert beim Betätigen des Bedienhebels die Abgabe eines falschen Volumens, wenn für das Dispensiervolumen nicht mehr ausreichend Flüssigkeit verfügbar ist.

Richtigkeit

Genauigkeit des Istwertes zum Sollwert.

S**Systematische Messabweichung**

Unrichtigkeit. Abweichung des Mittelwertes der dosierten Volumina vom gewählten Volumen.

Ü**Überhub**

Bewegung des Kolbens in die untere Position, um Restflüssigkeit aus der Pipettenspitze auszublasen. Flüssigkeit aus dem Überhub gehört beim Pipettieren zum Dosiervolumen. Beim reversen Pipettieren gehört die Flüssigkeit **nicht** zum Dosiervolumen.

V**Viskosität**

Die Viskosität beschreibt die Zähigkeit von Flüssigkeiten und Suspensionen. Die dynamische oder absolute Viskosität wird in Pa·s oder in mPa·s angegeben. In älterer Literatur wird die Einheit P oder cP verwendet (1 mPa·s entspricht 1 cP). Eine 50%ige Glycerinlösung hat bei Raumtemperatur eine Viskosität von ungefähr 6 mPa·s. Mit steigender Glycerinkonzentration nimmt die Viskosität stark zu. Absolut wasserfreies Glycerin hat bei Raumtemperatur eine Viskosität von ca. 1480 mPa·s.

W

Wandabgabe

Flüssigkeitsabgabe an die Gefäßwand. Die Pipettenspitze oder die Dispenserspitze wird an die Gefäßwand gehalten und die Flüssigkeit abgegeben.

Z

Z-Faktor

Wird auch als Korrekturfaktor Z bezeichnet. Der Z-Faktor dient der Umrechnung einer Masse bei einer bestimmten Temperatur und Luftdruck in ein Volumen.

Zufällige Messabweichung

Unpräzision. Maß für die Streuung (Standardabweichung) der Messwerte um den Mittelwert.

Zyklus

Die Kolbenbewegung nach oben (Flüssigkeitsaufnahme) und die Kolbenbewegung nach unten (Flüssigkeitsabgabe) bilden zusammen einen Zyklus.

1.2 Vorwort

In dieser Version ist die Vorgehensweise zur Kalibrierung von Mehrkanalunterteilen mit 16 und 24 Kanälen beschrieben. Die 16- und 24-Kanal-Unterteile haben einen Konenabstand von 4,5 mm. Die im Markt verfügbaren Analysewaagen haben als kleinsten Abstand der Wägezellen 9 mm. Da es derzeit keinen internationalen Standard zur Kalibrierung von Mehrkanalunterteilen mit einem Konenabstand von 4,5 mm gibt, ist die ISO 8655 nicht in vollem Umfang anwendbar.

In der Standardprüfanweisung sind die Anforderungen an den Prüfplatz, die notwendigen Vorbereitungen, die Durchführung der Prüfreihen und die Auswertung der Messergebnisse zusammengefasst, die bei der Kalibrierung eines manuellen Dosiergeräts (mechanisch und elektronisch) erforderlich sind.

Im ersten Schritt ist es notwendig das Dosiergerät zu warten (z. B. Reinigen). Um die Übersichtlichkeit des Dokuments zu wahren, wird bei produktspezifischen Angaben auf die entsprechenden Bedienungsanleitungen verwiesen. Die Dichtigkeitsprüfung gibt Auskunft darüber, ob das Dosiersystem dicht oder undicht ist. Sie sagt jedoch nichts über die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Pipette aus, ersetzt also nicht eine generelle Überprüfung durch Kalibrierung.

Im nächsten Schritt erfolgt die Prüfung des Geräts, die Kalibrierung. Diese basiert auf den Angaben der ISO 8655-6 zur gravimetrischen Prüfung.

Bei Pipetten kann sich ein weiterer Schritt anschließen: Wird bei der Kalibrierung festgestellt, dass die Pipette nicht innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen arbeitet, kann das Gerät justiert werden. Eine Justierung darf nur durchgeführt werden, wenn Fehler durch Handhabung, System oder Prüfmittel ausgeschlossen sind.

1.3 Versionsübersicht

Versionsnummer	Ausgabedatum	Änderung
11	2019-05	<ul style="list-style-type: none"> • Vorwort um 16- und 24-Kanalpipetten erweitert • Kalibrieranweisung von 16- und 24-Kanalpipetten eingefügt • Kalibrieranweisung für Mehrkanalpipetten präzisiert • Korrektur der Messwertabweichungen für Multipette M4 und Multipette E3/E3x • Messwertabweichungen um neue Volumenmodelle ergänzt (Research plus und Xplorer plus) • Neue Tabellen für Messwertabweichungen der 16-/24-Kanalpipetten eingefügt (Research plus und Xplorer/Xplorer plus) • Redaktionelle Textkorrekturen
10	2016-04	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitelstruktur und Inhalte vollständig überarbeitet und aktualisiert • Gravimetrische Prüfung von Direktverdrängern mit 30 Messwerten eingefügt • Produktspezifische Angaben zur Reinigung, Wartung, Autoklavieren und Justierung gelöscht. Verweis auf die jeweilige Bedienungsanleitung. • Berechnungsfehler korrigiert • Formeln bereinigt • Flussdiagramme zum Kalibrierablauf eingefügt • Multipette E3/E3x - Repeater E3/E3x ergänzt • Dichtigkeitsprüfung an aktuelle Pipetten angepasst • Glossar erweitert • Titel und Titelfoto geändert
09	2014-01	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentnummer aktualisiert
08	2013-05	<ul style="list-style-type: none"> • Pipette Reference 2 ergänzt
07	2013-04	<ul style="list-style-type: none"> • Designumstellung

1.4 Unterstützte Dosiergeräte

Die Standardprüfanweisung kann für die folgenden Dosiergeräte verwendet werden.

1.4.1 Mechanische Kolbenhubpipetten – Luftpolsterprinzip

- Reference
- Reference 2
- Research
- Research plus

1.4.2 Elektronische Kolbenhubpipetten – Luftpolsterprinzip

- Research pro
- Xplorer
- Xplorer plus

1.4.3 Mechanische Kolbenhubpipetten – Hybridsystem

- Varipette + Varitip S-System – Luftpolsterprinzip
- Maxipettor + Maxitip S-System – Luftpolsterprinzip
- Varipette + Varitip P – Direktverdrängerprinzip
- Maxipettor + Maxitip P – Direktverdrängerprinzip

1.4.4 Mechanische Kolbenhubpipetten – Direktverdrängerprinzip

- Biomaster

1.4.5 Mechanische Mehrfachdispenser – Direktverdrängerprinzip

- Multipette M4/Repeater M4
- Multipette/Repeater
- Multipette plus/Repeater plus

1.4.6 Elektronische Mehrfachdispenser – Direktverdrängerprinzip

- Multipette E3/E3x – Repeater E3/E3x
- Multipette stream/Repeater stream
- Multipette Xstream/Repeater Xstream

1.4.7 Mechanische Einzelhubdispenser – Direktverdrängerprinzip

- Varispenser
- Varispenser plus

1.4.8 Mechanische Flaschenaufsatzbürette – Direktverdrängerprinzip

- Top Buret M
- Top Buret H

2 Informationen zur Reinigung und Wartung

Bei regelmäßiger Reinigung und Wartung der Dosiergeräte ist sichergestellt, dass die angegebenen Messabweichungen eingehalten werden. Wie häufig ein Dosiergerät gereinigt und gewartet werden muss, ist abhängig von der Nutzungsintensität und den dosierten Chemikalien. Bei intensiver Nutzung oder bei der Dosierung von aggressiven Chemikalien sind kürzere Reinigungsintervalle sinnvoll.

Eppendorf empfiehlt, für die Dosiergeräte ein Wartungsbuch anzulegen oder Angaben zur Wartung im Kalibrierprotokoll zu vermerken.

Informationen zur Reinigung, Pflege, Instandhaltung, Sterilisation und Desinfektion finden sie in der Bedienungsanleitung der jeweiligen Dosiergeräte. Die Ausführungen im Kapitel „Instandhaltung“ der Bedienungsanleitung des jeweiligen Dosiergeräts müssen beachtet werden.



Die Bedienungsanleitungen stehen auf der Internetseite www.eppendorf.com/manuals zur Verfügung.

Vor einer Kalibrierung ist eine Reinigung/Wartung vorzunehmen.

Ausnahme: Wenn der Ist-Zustand von Dosiergeräten zu erfassen ist, um Rückschlüsse auf Analysenergebnisse zu ziehen, kann eine Kalibrierung vor der Wartung sinnvoll sein. In diesem Fall wird jedoch nach der Reinigung/Wartung eine zweite Kalibrierung durchgeführt.

2.1 Kolbenhubpipetten reinigen und warten – Luftpolsterprinzip

2.1.1 Einkanalpipetten

1. Gehäuse außen reinigen.
2. Unterteil abnehmen, reinigen und trocknen.
3. Gegebenenfalls die Pipette autoklavieren.
4. Kolbendichtung auf Schäden prüfen.
5. Beschädigte Kolbendichtung austauschen.
6. Gegebenenfalls Kolben oder Zylinder fetten.
7. Unterteil montieren.
8. Dichtigkeit prüfen.

2.1.2 Mehrkanalpipetten

1. Gehäuse außen reinigen.
2. Unterteil abnehmen, reinigen und trocknen.
3. Gegebenenfalls die Pipette autoklavieren.
4. Mehrkanalunterteil öffnen.
5. Kolbendichtungen auf Schäden prüfen.
6. Beschädigte Kolbendichtungen austauschen.
7. Gegebenenfalls Zylinder fetten.
8. Unterteil montieren.
9. O-Ringe der Spitzenkonen (100 µL – 1200 µL) tauschen.
10. Dichtigkeit prüfen.



Ausschließlich das „Fett für Pipetten“ der Eppendorf AG verwenden. Das Fett ist autoklavierbar und stellt die optimalen Gleiteigenschaften des Kolbens sicher. Solange das Fett nicht verunreinigt ist, muss es nicht erneuert werden. Das Fett kann als Zubehör bestellt werden.

2.2 Kolbenhubpipette reinigen – Direktverdrängerprinzip

Bei Kolbenhubpipetten mit Direktverdrängersystem ist der Kolben in der Pipettenspitze integriert. Die inneren Bauteile der Pipette sind durch dieses Konstruktionsmerkmal vor einer Verunreinigung geschützt.

- ▶ Pipette außen reinigen.

2.3 Mehrfachdispenser reinigen – Direktverdrängerprinzip

Bei Mehrfachdispensern ist der Kolben in der Dispenserspitze integriert. Die inneren Bauteile des Mehrfachdispensers sind durch dieses Konstruktionsmerkmal vor einer Verunreinigung geschützt.

- ▶ Dispenser außen reinigen.

2.4 Einzelhubdispenser reinigen

Einzelhubdispenser werden außen und innen gereinigt.

1. Gehäuse außen reinigen.
2. Schlauch- und Kolbensystem mit einer neutralen Reinigungslösung mehrfach spülen.
3. Schlauch- und Kolbensystem mit demineralisiertem Wasser mehrfach spülen.

2.5 Flaschenaufsatzbüretten reinigen

Bei Flaschenaufsatzbüretten kommt der Kolben in direkten Kontakt mit der zu dosierenden Flüssigkeit. Das Dosiergerät muss deshalb außen und innen gereinigt werden. Die Top Buret ist nicht autoklavierbar.

1. Gehäuse außen reinigen.
2. Schlauch- und Kolbensystem mit einer neutralen Reinigungslösung mehrfach spülen.
3. Schlauch- und Kolbensystem mit demineralisiertem Wasser mehrfach spülen.
4. Dichtigkeit prüfen.

2.6 Dekontamination vor Versand



VORSICHT! Personen- und Geräteschaden durch kontaminiertes Gerät.

- ▶ Reinigen und dekontaminieren Sie das Gerät vor Versand oder Lagerung nach den Reinigungshinweisen.
-

Gefährliche Stoffe sind:

- gesundheitsgefährdende Lösungen
 - potenziell infektiöse Agenzien
 - organische Lösungsmittel und Reagenzien
 - radioaktive Substanzen
 - gesundheitsgefährdende Proteine
 - DNA
1. Beachten Sie die Hinweise der "Dekontaminationsbescheinigung für Warenrücksendungen".
Sie finden diese als PDF-Datei auf unserer Internetseite www.eppendorf.com/decontamination.
 2. Tragen Sie in die Dekontaminationsbescheinigung die Seriennummer des Geräts ein.
 3. Legen Sie die ausgefüllte Dekontaminationsbescheinigung für Warenrücksendung dem Gerät bei.
 4. Senden Sie das Gerät an die Eppendorf AG oder an einen autorisierten Service.

3 Fehlerursachen und Fehlerabhilfe

Symptom/Meldung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Pipette tropft	• Pipettenspitze sitzt lose.	▶ Pipettenspitze erneut aufstecken.
	• Falsche Pipettenspitze verwendet.	▶ Original Pipettenspitze von Eppendorf verwenden.
	• Kolben ist beschädigt.	▶ Kolben und Kolbendichtung austauschen.
	• Dichtung ist beschädigt.	▶ Dichtung austauschen.
	• Flüssigkeit mit gering erhöhtem Dampfdruck verwendet.	▶ Pipettenspitze mehrmals vorbenetzen.
	• Flüssigkeit mit hohem Dampfdruck verwendet.	▶ Direktverdränger verwenden.
Fehlerhaftes Dosiervolumen bei Mehrfachdispensern	• Dispenserspitze ist undicht.	▶ Neue Dispenserspitze verwenden.
	• Dispenserspitze ist zu warm.	▶ Auf gleichmäßige Temperatur achten.
Bedienknopf ist schwergängig	• Kolben ist verschmutzt.	▶ Kolben reinigen und nachfetten.
	• Dichtung ist verschmutzt.	▶ Dichtung reinigen.
	• Dichtung ist beschädigt.	▶ Dichtung ersetzen.
	• Kolben ist beschädigt.	▶ Kolben austauschen.
	• Lösungsmitteldämpfe sind in die Pipette eingedrungen.	▶ Unterteil abnehmen und demontieren. ▶ Kolben reinigen und nachfetten.

4 Prüfintervalle

Die Veränderung der systematischen und zufälligen Messabweichung ist ein schleichender Prozess. Er wird besonders durch aggressive Chemikalien beschleunigt. Es gibt keine generelle Regel oder Berechnungsbasis zur Festlegung sinnvoller Zeitabstände.

Aus Kalibrierergebnissen, die über einen längeren Zeitraum dokumentiert wurden, lassen sich Rückschlüsse auf eine individuelle Kalibrierfrequenz ziehen.

Prüfintervalle können von Laborvorschriften vorgegeben werden. Die ISO 8655 fordert eine jährliche Kalibrierung.

Kürzere Zeitabstände für eine Instandhaltung, Wartung und Kalibrierung sind abhängig von den Faktoren:

- Nutzungshäufigkeit
- Genauigkeitsanforderung an das Dosiergerät
- Handhabung
- Chemikalien
- Laborvorschriften

5 Prüfarten

Es gibt verschiedene Möglichkeiten ein Dosiersystem zu prüfen. Die einfachste und häufigste Prüfung ist eine Sichtkontrolle auf Schäden und Verschmutzung des Dosiergeräts. Die einzelnen Prüfarten sind in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Eine Kalibrierung kann mit den folgenden Verfahren durchgeführt werden:

- Titrimetrisch
- Photometrisch
- Gravimetrisch (Referenzverfahren ISO 8655)

5.1 Sichtkontrolle bei allen Dosiergeräten

- ▶ Spitzenkonus auf Kratzer oder Risse untersuchen.
- ▶ Dosiergerät auf gebrochene Teile untersuchen.
- ▶ Dosiergerät auf äußere Verunreinigungen untersuchen.
- ▶ Kolbenfreilauf prüfen.

5.2 Sichtkontrolle bei Einzelhubdispensern und Flaschenaufsatzbüretten

- ▶ Flüssigkeit bei Auskristallisationen austauschen.
- ▶ Dosiergerät reinigen.
- ▶ Bei Luftblasenbildung das System entlüften.

5.3 Dichtigkeit prüfen bei Dosiergeräten mit Luftpolsterprinzip

Voraussetzung

- Umgebungstemperatur ist konstant
- Umgebungstemperatur liegt zwischen 20 °C – 25 °C
- Relative Luftfeuchte > 50 %
- Prüfspitze epT.I.P.S.
- Prüflüssigkeit: demineralisiertes Wasser
- Dosiergerät, Prüfspitze und Prüflüssigkeit haben Umgebungstemperatur

1. Pipette auf Nennvolumen einstellen.
2. Pipettenspitze aufstecken.
3. Pipettenspitze 5-mal befüllen und entleeren.
Damit wird eine Sättigung der Dampfphase im Luftpolster erreicht und es findet keine weitere Verdunstung der Prüflüssigkeit statt.
4. Nennvolumen aufnehmen.
5. Pipette senkrecht in eine Halterung einhängen.



Pipette kann mit zwei Fingern senkrecht gehalten werden. Die Handwärme darf sich nicht auf die Pipette übertragen.

5.3.1 Dosiersystem ist dicht

Das Dosiersystem ist dicht, wenn sich innerhalb von 15 Sekunden **kein** Flüssigkeitstropfen an der Pipettenspitze bildet.

5.3.2 Dosiersystem ist undicht

Das Dosiersystem ist undicht, wenn sich innerhalb von 15 Sekunden ein Flüssigkeitstropfen an der Pipettenspitze bildet.

1. Zusammenbau der Pipette prüfen.
2. Kolbendichtung auf Beschädigung prüfen.
Beschädigte Kolbendichtung austauschen.
3. Dichtprüfung wiederholen.

5.4 Dichtigkeit prüfen bei Dosiergeräten mit Direktverdrängerprinzip

Bei den Direktverdrängersystemen wird die Dichtigkeit ausschließlich von der Dosierspitze bestimmt. Alle Dosierspitzen sind Einmalartikel und können bei längerem Gebrauch undicht werden.

Bei den Einzelhubdispensern und den Flaschenaufsatzbüretten ist Luft im Schlauchsystem ein Indiz für eine Undichtigkeit im Kolben-/Zylindersystem. Die Undichtigkeit kann durch Auskristallisation, defekte Dichtungen, einem Defekt am Kolbensystem oder am Zylindersystem ausgelöst werden.

- ▶ Auskristallisationen im Gerät entfernen.
- ▶ Ist das gereinigte Gerät weiter undicht, das Gerät an den autorisierten Service schicken.

5.5 Zwischenprüfung – Quick-Check

Der Quick-Check ist eine verkürzte Kalibrierung mit 4 Messungen pro Volumen. Mit 4 Messwerten ist die statistische Sicherheit **nicht** gegeben. Der Quick-Check ist daher kein Ersatz für eine vollständige Kalibrierung mit 10 Messwerten pro Volumen.

Liegen die Messergebnisse außerhalb der angegebenen Toleranzen, muss das Dosiergerät kalibriert werden.

5.6 Konformitätsprüfung

Eine vollständig durchgeführte Kalibrierung entspricht einer Konformitätsprüfung. Eine Konformitätsprüfung mit positivem Ergebnis bestätigt, dass sich die Messabweichungen eines Dosiergeräts innerhalb der geforderten Toleranzen bewegen.

Im Rahmen der Konformitätsprüfung wird geprüft, ob ein Dosiersystem innerhalb der angegebenen Messtoleranzen liegt. Dazu wird eine Kalibrierung mit 10 Messwerten pro Volumen durchgeführt. Innerhalb der ISO-Grenzwerte kann der Anwender die Grenzwerte frei festlegen. In Kalibrierlaboren wird standardmäßig nach Herstellergrenzwerten geprüft und damit die Konformität zu diesen Grenzwerten bewertet.

6 Bedingungen für die gravimetrische Prüfung

Um eine Verfälschung der Messergebnisse zu vermeiden, müssen Fehler durch Prüfmittel und Prüfverfahren minimiert werden.

6.1 Messplatzaufbau

Ein vollständig eingerichteter Messplatz besteht aus:

- Analysenwaage (für Einkanalpipetten)
- Analysenwaage mit mehreren Wägezellen (für Mehrkanalpipetten)
- Verdunstungsschutz (z. B. Verdunstungsfalle)
- Thermometer
- Hygrometer
- Barometer
- Vorratsbehälter für Prüfflüssigkeit
- Prüfflüssigkeit (demineralisiertes Wasser)
- Prüfspitzen

6.1.1 Analysenwaage und Wägegefäß

Führende Waagenhersteller bieten für die gravimetrische Prüfung von Pipetten spezielle Wägegefäße und Verdunstungsschutz (z. B. Verdunstungsfalle) an. Die Verwendung solcher Einrichtungen führt zu stabilen Wägewerten. Messfehler, die durch Verdunstung entstehen, werden gerade bei kleinen Volumens deutlich reduziert.

Die Analysenwaage muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Waage arbeitet innerhalb der vorgeschriebenen Wägetoleranzen
- Wägeregebnis wird schnell und stabil angezeigt
- Auflösung der Waage passend zum Prüfvolumen

Nennvolumen Dosiergerät	Auflösung der Waage
1 µL – 10 µL	0,001 mg
10 µL – 100 µL	0,01 mg
100 µL – 1000 µL	0,1 mg
1 mL – 10 mL	0,1 mg
10 mL – 200 mL	1 mg

Das Wägegefäß sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- verschließbar
- Größe passend zum Prüfvolumen
- Verhältnis von Höhe zu Durchmesser von mindestens 3:1

6.1.2 Messplatz

Der Messplatz sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Frei von Zugluft
- Erschütterungsfreier Arbeitsplatz
- Relative Luftfeuchte > 50 %
- Umgebungstemperatur 15 °C – 30 °C, $\pm 0,5$ °C
- Keine direkte Wärmestrahlung

6.2 Prüfflüssigkeit

Als Prüfflüssigkeit wird destilliertes oder demineralisiertes Wasser verwendet. Der Vorratsbehälter für die Prüfflüssigkeit sollte mit einem Deckel verschließbar sein. Die Prüfflüssigkeit ist damit vor einem Temperaturabfall durch Verdunstungskälte geschützt und Staubpartikel verschmutzen die Prüfflüssigkeit nicht.

Die Prüfflüssigkeit muss folgende Bedingungen erfüllen (ISO 3696):

- Leitfähigkeit: $\leq 0,5$ mS/m bei 25 °C
- Wassertemperatur entspricht der Umgebungstemperatur
- Entgast oder im Gleichgewicht mit Luft

6.3 Prüfspitzen

Alle Pipetten und Dispenser von Eppendorf müssen mit originalen Pipettenspitzen oder Dosierspitzen von Eppendorf geprüft werden.

- Kolbenhubpipetten – epT.I.P.S.
- Multipetten und Repeater – Combitip advanced
- Biomaster – Mastertip P
- Maxipettor – Maxitip P oder Maxitip S-System
- Varipette – Varitip P oder Varitip S-System

6.4 Datentransfer und Datenauswertung

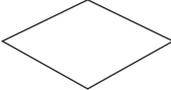
Um die gravimetrisch erhaltenen Messwerte automatisiert zu erfassen, die Messwerte in korrigierte Volumen umzurechnen und daraus die Messabweichungen zu berechnen, bietet sich eine Kalibriersoftware an.

6.5 Weitere Prüfbedingungen

Die Prüfzyklusdauer (benötigte Zeit zur Durchführung der Wägung eines dosierten Volumens) muss so gering wie möglich gehalten werden. Die ISO 8655 nennt eine Zeit von maximal 60 Sekunden. Bei allen genannten Dosiergeräten erfolgt die Prüfung durch Bestimmung des Dosiervolumens in das Wägegefäß (Ex).

7 Kalibrierung durchführen

Zu einer Kalibrierung gehören verschiedene Arbeitsschritte, die in dieser SOP beschrieben werden. Die folgende Grafik ermöglicht einen Gesamtüberblick über die einzelnen Arbeitsschritte.

Symbol	Bedeutung
	Anfang oder Ende des Ablaufs.
	Eine einzelne Handlung oder eine Handlungssequenz im Ablauf.
	Eine Verzweigung und Entscheidung im Ablauf.

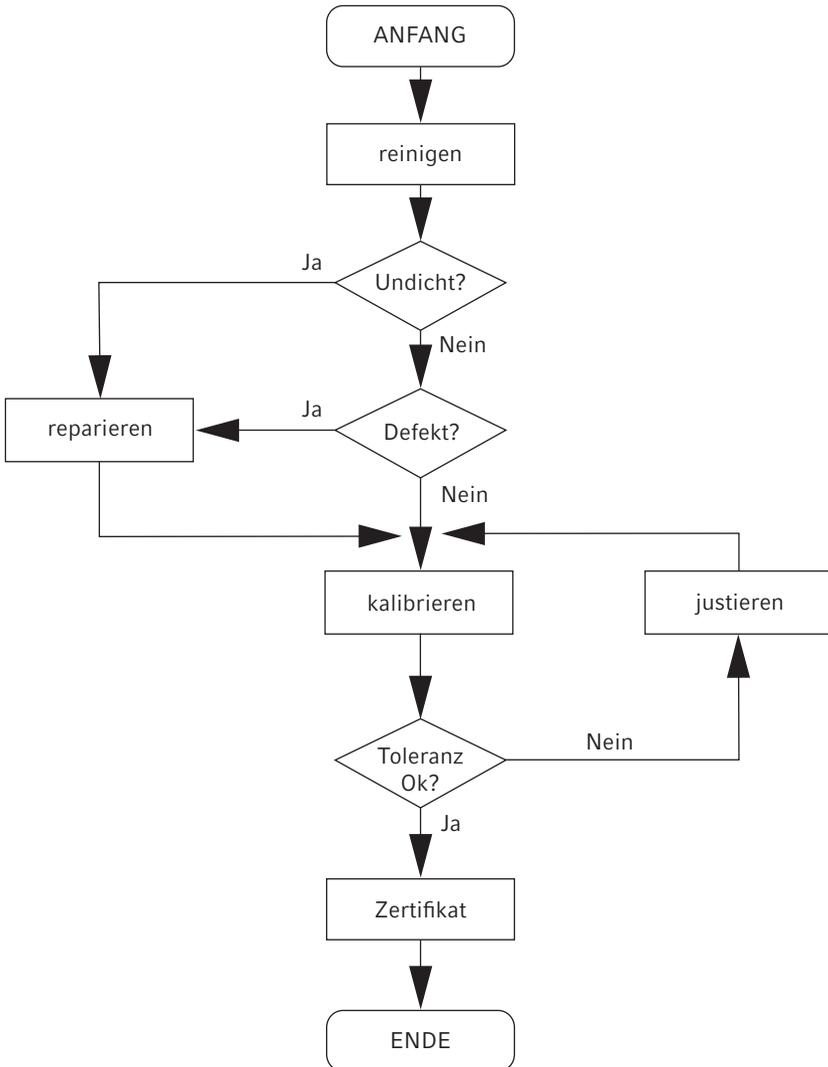


Abb. 7-1: Gesamtablauf einer Kalibrierung

7.1 Messplatz für Kalibrierung vorbereiten

7.1.1 Dosiergerät, Prüfflüssigkeit und Analysenwaage vorbereiten

Voraussetzung

- Dosiergerät ist gereinigt.
- Defekte Teile des Dosiergeräts sind ausgetauscht.
- Dosiergerät ist gegebenenfalls dekontaminiert.
- ▶ Prüfflüssigkeit abfüllen.
- ▶ Dosiergerät und Pipettenspitzen am Messplatz bereit legen.
- ▶ Dosiergerät, Pipettenspitzen und Prüfflüssigkeit mindestens 2 Stunden im Prüfraum akklimatisieren lassen.

7.1.2 Eine 384er-Mehrwegbox vorbereiten für Mehrkanalpipetten mit 16 Kanälen

Die Mehrwegboxen müssen so vorbereitet werden, dass in einer Mehrwegbox alle ungeraden Reihen Pipettenspitzen enthalten und in der anderen Mehrwegbox alle geraden Reihen Pipettenspitzen enthalten.

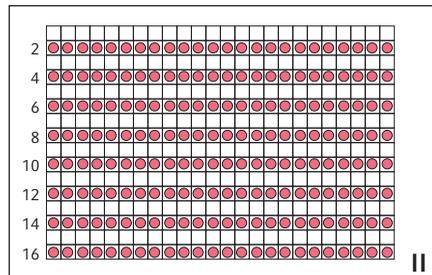
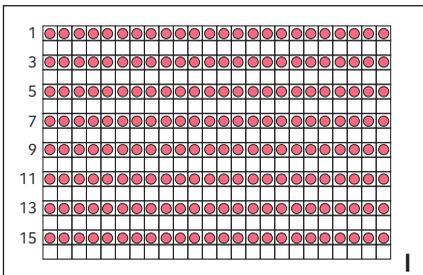


Abb. 7-2: Mehrwegboxen für Prüfdurchgang I und II

7.1.3 Eine 384er-Mehrwegbox vorbereiten für Mehrkanalpipetten mit 24 Kanälen

Die Mehrwegboxen müssen so vorbereitet werden, dass in einer Mehrwegbox alle ungeraden Spalten Pipettenspitzen enthalten und in der anderen Mehrwegbox alle geraden Spalten Pipettenspitzen enthalten.

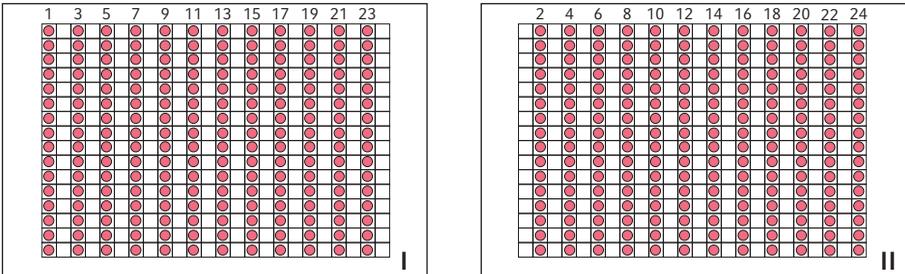


Abb. 7-3: Mehrwegboxen für Prüfdurchgang I und II

7.1.4 Dokumentation vorbereiten

- ▶ Checkliste ausdrucken.
- ▶ Prüfprotokoll ausdrucken oder eine Excel-Liste vorbereiten.
- ▶ Kalibriersoftware starten.

7.2 Checklisten zur Vorbereitung der Kalibrierung

Die folgenden Checklisten können in der Vorbereitung verwendet werden, um sicher zu stellen, dass zum Zeitpunkt der Kalibrierung alle notwendigen Arbeitsmittel vorhanden sind. Aus diesem Grund enthalten die Tabellen Spalten zum Abhaken (Ja, Nein, Nicht vorhanden).

Die Checkliste ist in folgende Bereiche aufgeteilt:

- A – Prüfbedingungen
- B – Prüfflüssigkeit
- C – Dosiergerät
- D – Analysenwaage
- E – Kalibriersoftware

7.2.1 A – Prüfbedingungen

Nummer	Beschreibung	Ja	Nein
A 01	Erschütterungsfreier Wägetisch ist vorhanden.		
A 02	Dosiergerät, Pipettenspitzen, Prüfflüssigkeit etc. haben Umgebungstemperatur.		
A 03	Messplatz ist frei von Zugluft.		
A 04	Umgebungstemperatur liegt zwischen 15 °C – 30 °C		
A 05	Relative Luftfeuchte beträgt > 50 %		
A 06	Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck dokumentieren.		
A 07	Prüfer kann das Dosiergerät bedienen.		
A 08	Prüfdaten (Name des Prüfers, Datum, etc.) dokumentieren.		
A 09	Prüfverfahren angeben (Herstellerangaben, ISO, Laborstandard, etc.).		
A 10	Flüssigkeitsabgabe in das Wägegefäß (Ex)		

7.2.2 B – Prüfflüssigkeit

Nummer	Beschreibung	Ja	Nein	Nicht vorhanden
B 01	Prüfflüssigkeit ist vorhanden (gemäß ISO 3696).			
B 02	Prüfflüssigkeit hat Umgebungstemperatur.			
B 03	Größere Gefäße sind mindestens 2 h vor der Kalibrierung abgefüllt.			
B 04	Verdunstungsfalle ist mindestens 2 h vor der Kalibrierung mit Prüfflüssigkeit befüllt.			
B 05	Wägegefäß mit Prüfflüssigkeit vorbefüllen (ca. 3 mm).			
B 06	Flaschenaufsatzbürette: Prüfflüssigkeit ist mindestens 2 Stunden vor der Kalibrierung abgefüllt.			
B 07	Flaschenaufsatzdispenser: Prüfflüssigkeit ist mindestens 2 Stunden vor der Kalibrierung abgefüllt.			

7.2.3 C – Dosiergerät

Nummer	Beschreibung	Ja	Nein	Nicht vorhanden
C 01	Dosiergerät ist gereinigt.			
C 02	Defekte Bauteile sind ausgetauscht.			
C 03	Elektronisches Dosiergerät: Akku ist aufgeladen.			
C 04	Elektronischer Mehrfachdispenser: Modus "Dispensieren" ist eingestellt.			
C 05	Elektronische Pipette: Modus "Pipettieren" ist eingestellt.			
C 06	Mechanischer Dispenser: Nennvolumen ist ermittelt.			
C 07	Dosiersystem mit variablem Volumen: Prüfvolumen ist eingestellt.			
C 08	Kolbenhubpipette: Pipettenspitze ist korrekt aufgesteckt.			
C 09	Mehrfachdispenser: Dispenserspitze ist korrekt eingesetzt.			

7.2.4 D – Analysenwaage

Nummer	Beschreibung	Ja	Nein
D 01	Waage ist horizontal ausgerichtet.		
D 02	Waage ist geeicht oder gültiger Kalibrierschein ist vorhanden.		
D 03	Empfindlichkeit ist entsprechend des Prüfvolumens eingestellt.		
D 04	Wägegefäßvolumen ist ausreichend für 10 Flüssigkeitsabgaben des Nennvolumens.		
D 05	Waage ist mindestens 2 h vor der Kalibrierung eingeschaltet.		

7.2.5 E – Kalibriersoftware

Nummer	Beschreibung	Ja	Nein	Nicht vorhanden
E 01	Rechner ist eingeschaltet und mit Analysenwaage verbunden.			
E 02	Kalibriersoftware kann die Messwerte aufzeichnen.			
E 03	Kalibriersoftware und Analysenwaage sind kommunikationsbereit.			

7.3 Messreihe erheben

Die Messwerte einer Messreihe sollten zeitlich zusammenhängend ermittelt werden. Damit wird das Risiko verringert, dass es zu Fehlern oder Abweichungen zwischen den Messwerten kommt.

7.3.1 Nennvolumen

Das Nennvolumen einer Kolbenhubpipette ist aufgedruckt und ist das größte einstellbare Volumen.

Bei mechanischen Dispensern setzt sich das Nennvolumen zusammen aus:

- größter Wahlradstellung
- Volumen der Dispenserspitze

Bei elektronischen Dispensern setzt sich das Nennvolumen aus dem Volumen der Dispenserspitze und dem größten einstellbaren Volumen zusammen.

7.3.2 Anzahl der Messwerte

Einkanalpipetten mit variablem Volumen:

- 10 Messwerte pro Prüfvolumen

Mehrkanalpipetten:

- 10 Messwerte pro Kanal für jedes Prüfvolumen

Kanäle	Messwerte
4	120
6	160
8	240
12	360
16	480
24	720

7.3.3 Anzahl der bestückten Spitzenkonen – 8- und 12-Kanalunterteile

- i** Alle Kanäle müssen mit einer Pipettenspitze bestückt und mit Prüflüssigkeit befüllt sein, auch wenn nur ein Kanal gravimetrisch erfasst werden kann.

7.3.4 Anzahl der bestückten Spitzenkonen – 16- und 24-Kanalunterteile

- i** Mehrkanalpipetten mit einem Konenabstand von 4,5 mm müssen in zwei Durchläufen kalibriert werden. Technisch bedingt kann in einem Prüfdurchlauf nur jeder zweite Kanal gemessen werden (minimaler Abstand zwischen zwei Wägezellen beträgt 9 mm).

7.3.5 Prüfvolumen

Bei Pipetten mit variablem Volumen werden folgende Volumina in dieser Reihenfolge geprüft:

- 10 % des Nennvolumens oder das kleinste einstellbare Volumen (das größere der beiden Volumina wählen)
- 50 % des Nennvolumens
- 100 % des Nennvolumens oder
- Optional: frei wählbares Prüfvolumen (z. B. Anforderung aus Laborvorschrift)

7.3.6 Übersicht der Kalibrierabläufe

Im Ablauf der Kalibrierung zeigen sich Unterschiede zwischen den Gerätegruppen. Die folgende Übersicht veranschaulicht dies.

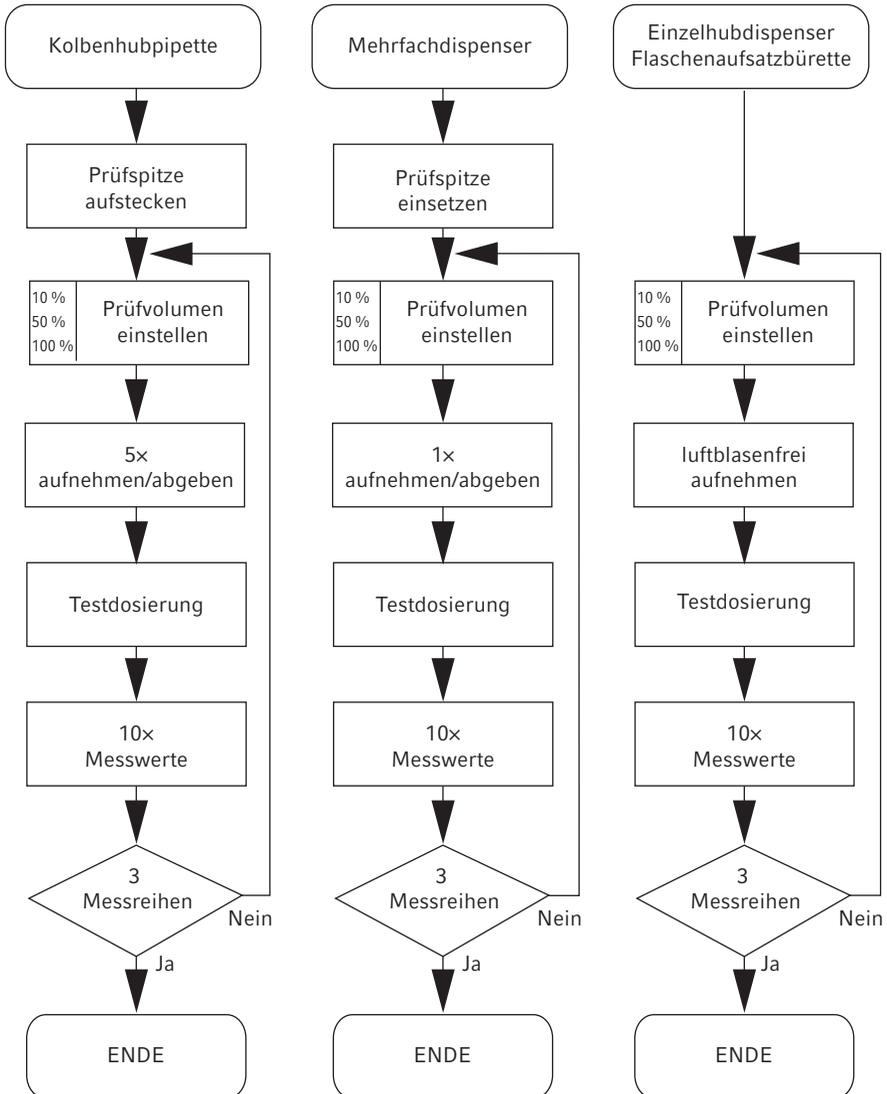


Abb. 7-4: Kalibrierablauf der Gerätegruppen

7.3.7 Messwerte ermitteln – mechanische Einkanalpipetten

Voraussetzung

- Prüfspitze ist aufgesteckt.

i Die Prüfspitze kann für die gesamte Kalibrierung verwendet werden.

1. Prüfvolumen einstellen.
2. Prüflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
3. Prüfspitze wenige Millimeter senkrecht in die Prüflüssigkeit tauchen.
4. Eintauchtiefe beibehalten und Prüflüssigkeit langsam und gleichmäßig aufnehmen.
5. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
6. Prüfspitze aus der Flüssigkeit ziehen.
7. Prüfspitze steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
8. Testdosierung durchführen.
9. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.8 Messwerte ermitteln – mechanische Mehrkanalpipetten mit 4,5 mm Konenabstand

Bei Mehrkanalpipetten mit einem Konenabstand von 4,5 mm müssen die Messwerte für ein Prüfvolumen in zwei Prüfdurchgängen ermittelt werden. Im Prüfdurchgang I werden alle Kanäle mit ungeraden Nummern gemessen und im Prüfdurchgang II alle Kanäle mit geraden Nummern.

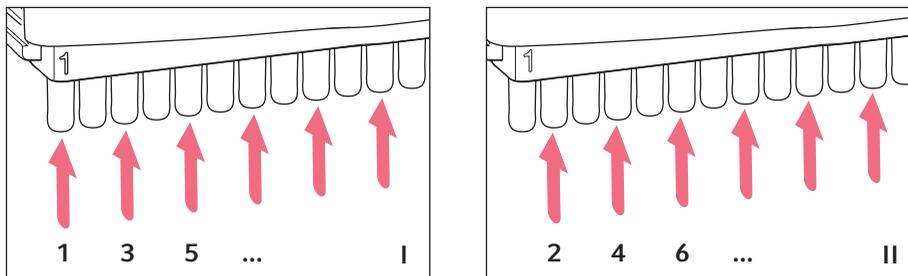


Abb. 7-5: Bestückung der Spitzenkone für die Prüfdurchgänge I und II

7.3.9 Prüfdurchgang I und II

Voraussetzung

- Eine Mehrwegbox mit Pipettenspitzen für den Prüfdurchgang **I** ist vorbereitet
 - Eine Mehrwegbox mit Pipettenspitzen für den Prüfdurchgang **II** ist vorbereitet
1. Pipettenspitzen für Prüfdurchgang **I** aufnehmen.
 2. Prüfvolumen einstellen.
 3. Prüfflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
 4. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüfflüssigkeit tauchen.
 5. Eintauchtiefe beibehalten und Prüfflüssigkeit langsam und gleichmäßig aufnehmen.
 6. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
 7. Prüfspitzen aus der Flüssigkeit ziehen.
 8. Prüfspitzen steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
 9. Testdosierung durchführen.
 10. Messwerte für das Prüfvolumen ermitteln.
 11. Prüfspitzen abwerfen.
 12. Pipettenspitzen für Prüfdurchgang **II** aufnehmen.
 13. Prüfflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
 14. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüfflüssigkeit tauchen.
 15. Eintauchtiefe beibehalten und Prüfflüssigkeit langsam und gleichmäßig aufnehmen.
 16. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
 17. Prüfspitzen aus der Flüssigkeit ziehen.
 18. Prüfspitzen steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
 19. Testdosierung durchführen.
 20. Messwerte für das Prüfvolumen ermitteln.
 21. Messwerte für jedes Prüfvolumen mit den Prüfdurchgängen **I** und **II** ermitteln.

7.3.10 Messwerte ermitteln – mechanische Mehrkanalpipetten mit 9 mm Konenabstand

Voraussetzung

- Prüfspitzen sind auf alle Kanäle aufgesteckt.

 Die Prüfspitzen können für die gesamte Kalibrierung verwendet werden.

Jeder Kanal muss einzeln geprüft werden. Dazu wird entweder eine Analysenwaage mit einer Wägezelle pro Kanal eingesetzt oder eine Vorrichtung mit Ablaufrinne, um die Flüssigkeit aus den anderen Kanälen zu verwerfen.

1. Prüfvolumen einstellen.
2. Prüfflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
3. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüfflüssigkeit tauchen.
4. Eintauchtiefe beibehalten und Prüfflüssigkeit langsam und gleichmäßig aufnehmen.
5. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
6. Prüfspitzen aus der Flüssigkeit ziehen.
7. Prüfspitze des zu prüfenden Kanals steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
8. Testdosierung durchführen.
9. Messwerte für jeden Kanal und für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.11 Messwerte ermitteln – elektronische Einkanalpipetten

Die elektronischen Pipetten werden nur in einem Betriebsmodus geprüft. Messabweichungen treten in allen Betriebsmodi gleichermaßen auf. Eine Korrektur wirkt sich äquivalent auf alle Modi aus.

 Die Prüfspitzen können für die gesamte Kalibrierung verwendet werden.

1. Aufnahme- und Abgabegeschwindigkeit einstellen.
2. Betriebsmodus einstellen.
3. Prüfspitze aufstecken.
4. Prüfvolumen einstellen.
5. Prüfflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
6. Prüfspitze wenige Millimeter senkrecht in die Prüfflüssigkeit tauchen.
7. Eintauchtiefe beibehalten und Prüfflüssigkeit aufnehmen.
8. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
9. Prüfspitze aus der Flüssigkeit ziehen.
10. Prüfspitze steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
11. Prüfflüssigkeit an die Gefäßwand abgeben.
12. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.12 Messwerte ermitteln – elektronische Mehrkanalpipetten mit 4,5 mm

Bei Mehrkanalunterteilen mit 4,5 mm Konenabstand müssen die Messwerte für ein Prüfvolumen in zwei Prüfdurchgängen ermittelt werden. Der minimale Abstand zwischen zwei Wägezellen beträgt 9 mm. Im Prüfdurchgang I werden alle Kanäle mit ungeraden Nummern gemessen und im Prüfdurchgang II alle Kanäle mit geraden Nummern.

Die elektronischen Pipetten werden nur in einem Betriebsmodus getestet. Messabweichungen treten in allen Betriebsmodi gleichermaßen auf. Eine Korrektur wirkt sich äquivalent auf alle Modi aus.

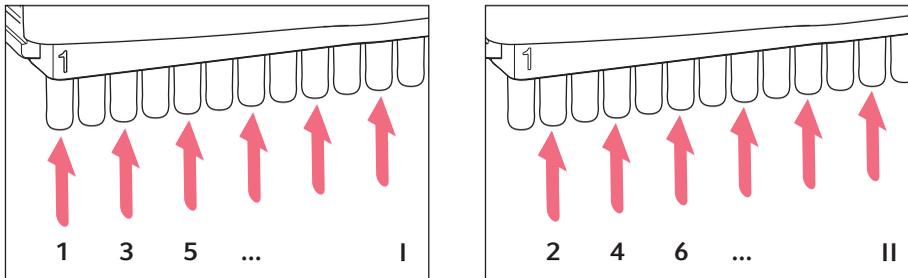


Abb. 7-6: Bestückung der Spitzenkone für Prüfdurchgang I und II

7.3.13 Prüfdurchgang I und II

Voraussetzung

- Eine Mehrwegbox mit Pipettenspitzen für den Prüfdurchgang I ist vorbereitet
- Eine Mehrwegbox mit Pipettenspitzen für den Prüfdurchgang II ist vorbereitet

1. Pipettenspitzen für Prüfdurchgang I aufnehmen.
2. Aufnahmegeschwindigkeit und Abgabegeschwindigkeit einstellen (siehe *Prüfbedingungen auf S. 51*).
3. Betriebsmodus einstellen (siehe *Prüfbedingungen auf S. 51*).
4. Prüfvolumen einstellen.
5. Prüflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
6. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüflüssigkeit tauchen.
7. Eintauchtiefe beibehalten und Prüflüssigkeit aufnehmen.
8. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
9. Prüfspitzen langsam aus der Flüssigkeit ziehen.
10. Prüfspitzen steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
11. Testdosierung durchführen.
12. Messwerte für das Prüfvolumen ermitteln.
13. Pipettenspitzen abwerfen.
14. Pipettenspitzen für Prüfdurchgang II aufnehmen.

15. Prüflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
16. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüflüssigkeit tauchen.
17. Eintauchtiefe beibehalten und Prüflüssigkeit aufnehmen.
18. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
19. Prüfspitzen langsam aus der Flüssigkeit ziehen.
20. Prüfspitzen steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
21. Testdosierung durchführen.
22. Messwerte für das Prüfvolumen ermitteln.
23. Messwerte für jedes Prüfvolumen mit den Prüfdurchgängen I und II ermitteln.

7.3.14 Messwerte ermitteln – elektronische Mehrkanalpipetten mit 9 mm Konenabstand

Die elektronischen Pipetten werden nur in einem Betriebsmodus getestet. Messabweichungen treten in allen Betriebsmodi gleichermaßen auf. Eine Korrektur wirkt sich äquivalent auf alle Modi aus.



Die Prüfspitzen können für die gesamte Kalibrierung verwendet werden.

1. Aufnahmegeschwindigkeit und Abgabegeschwindigkeit einstellen.
2. Betriebsmodus einstellen.
3. Auf jeden Kanal eine Prüfspitze aufstecken.
4. Prüfvolumen einstellen.
5. Prüflüssigkeit 5-mal aufnehmen und abgeben.
6. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüflüssigkeit tauchen.
7. Eintauchtiefe beibehalten und Prüflüssigkeit aufnehmen.
8. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
9. Prüfspitzen langsam aus der Flüssigkeit ziehen.
10. Prüfspitze des zu prüfenden Kanals steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
11. Testdosierung durchführen.
12. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.15 Messwerte ermitteln – Hybridsysteme

Je nach eingesetzter Prüfspitze arbeitet ein Hybridsystem (Varipette/Maxipettor) nach dem Luftpolsterprinzip oder dem Direktverdrängerprinzip. Entsprechend müssen die Messwerte nach dem Ablauf für mechanische Einkanalpipetten ermittelt werden oder nach dem Ablauf für mechanische Mehrfachdispenser.



Verwenden Sie als Prüfspitze die gleiche Dosierspitze, die standardmäßig in Ihrem Labor eingesetzt wird.

1. Prüfspitze einsetzen.
2. Prüfvolumen einstellen.
3. Kalibrierung entsprechend der eingesetzten Prüfspitze durchführen.
4. Testdosierung durchführen.
5. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.16 Messwerte ermitteln – mechanische Mehrfachdispenser

Eppendorf empfiehlt die Verwendung des 5 mL Combitips advanced, da die Ergebnisse der Qualitätskontrolle eines neuen Mehrfachdispensers anhand dieses Combitips erfolgt. Es ist jedoch zulässig, auch jeden anderen Combitips advanced für die Kalibrierung zu verwenden. Eppendorf gibt für alle Combitips advanced Fehlergrenzen an.

- Wahlradstellung 1 entspricht 10 % des Nennvolumens
 - Wahlradstellung 5 entspricht 50 % des Nennvolumens
 - Wahlradstellung 10 entspricht 100 % des Nennvolumens
1. Prüfspitze einsetzen.
 2. Prüfvolumen einstellen.
 3. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüfflüssigkeit tauchen.
 4. Eintauchtiefe beibehalten und Prüfflüssigkeit aufnehmen.
 5. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
 6. Prüfspitzen langsam aus der Flüssigkeit ziehen.
 7. Prüfspitze steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
 8. Testdosierung durchführen.
 9. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.17 Messwerte ermitteln – elektronische Mehrfachdispenser

Eppendorf empfiehlt die Verwendung des 5 mL Combitips advanced, da die Ergebnisse der Qualitätskontrolle eines neuen Mehrfachdispensers anhand dieses Combitips erfolgt. Es ist jedoch zulässig, auch jeden anderen Combitips advanced für die Kalibrierung zu verwenden. Eppendorf gibt für alle Combitips advanced Fehlergrenzen an.

1. Betriebsmodus **Dis** einstellen.
2. Prüfspitze einsetzen.
3. Prüfvolumen einstellen.
4. Prüfspitzen wenige Millimeter senkrecht in die Prüfflüssigkeit tauchen.
5. Eintauchtiefe beibehalten und Prüfflüssigkeit aufnehmen.
6. Warten, bis die Flüssigkeitsaufnahme beendet ist (mehrere Sekunden).
7. Prüfspitzen langsam aus der Flüssigkeit ziehen.
8. Prüfspitze des zu prüfenden Kanals steil an die Gefäßwand des Wägegefäßes anlegen.
9. Testdosierung durchführen.
10. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.18 Messwerte ermitteln – mechanische Einzelhubdispenser

1. Becherglas auf die Analysenwaage stellen.
2. Prüfvolumen einstellen.
3. Prüfflüssigkeit luftblasenfrei aufnehmen.
4. Testdosierung durchführen.
5. Messwerte für jedes Prüfvolumen ermitteln.

7.3.19 Messwerte ermitteln – mechanische Flaschenaufsatzbürette

1. Becherglas auf die Analysenwaage stellen.
2. Luftblasen aus dem Dosiersystem entfernen.
3. Testdosierung durchführen.
4. Messwerte für das Prüfvolumen ermitteln.

8 Kalibrierung auswerten

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Dosiergeräten werden die systematische und zufällige Messabweichung bestimmt. Eine Aussage ist nur aus der Kombination beider Messabweichungen möglich.

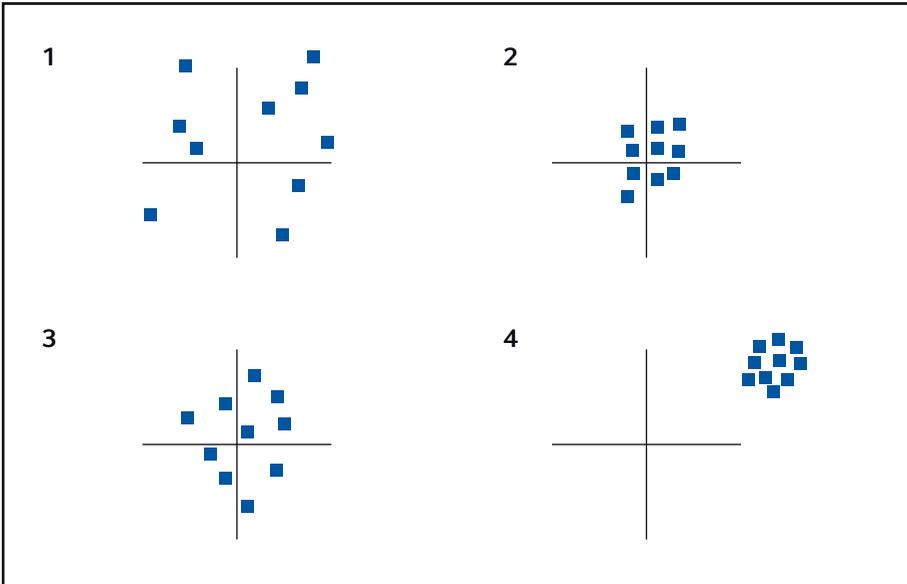


Abb. 8-1: Verteilung von Messwerten

- | | |
|--|--|
| 1 Schlechte Präzision und Richtigkeit | 3 Schlechte Präzision, gute Richtigkeit |
| 2 Gute Präzision und Richtigkeit | 4 Gute Präzision, schlechte Richtigkeit |

Die Berechnung der systematischen und zufälligen Messabweichung erfolgt in den Schritten:

- Massewert in Volumen umrechnen
- Mittelwert der Volumenmesswerte berechnen
- Systematische und zufällige Messabweichung berechnen

8.1 Gravimetrische Messwerte in Volumen umrechnen

Die gravimetrisch bestimmten Messwerte müssen in Volumenwerte umgerechnet werden. Der Korrekturfaktor Z berücksichtigt die Dichte von Wasser in Abhängigkeit von Temperatur und Luftdruck.

$$V_i = m_i \cdot Z$$

- ▶ Gravimetrischen Messwert mit dem Korrekturfaktor Z multiplizieren. Ergebnis ist der Volumenmesswert.

Formelzeichen	Bedeutung
Z	Korrekturfaktor
m_i	Gravimetrischer Messwert
V_i	Volumenwert

8.2 Korrekturfaktor Z

Tabellarische Übersicht der Korrekturwerte für destilliertes Wasser in Abhängigkeit von Temperatur und Luftdruck.

Temperatur in °C	Korrekturfaktor Z in µL/mg						
	800 hPa	850 hPa	900 hPa	950 hPa	1000 hPa	1013 hPa	1050 hPa
15	1,0017	1,0018	1,0019	1,0019	1,0020	1,0020	1,0020
15,5	1,0018	1,0019	1,0019	1,0020	1,0020	1,0020	1,0021
16	1,0019	1,0020	1,0020	1,0021	1,0021	1,0021	1,0022
16,5	1,0020	1,0020	1,0021	1,0021	1,0022	1,0022	1,0022
17	1,0021	1,0021	1,0022	1,0022	1,0023	1,0023	1,0023
17,5	1,0022	1,0022	1,0023	1,0023	1,0024	1,0024	1,0024
18	1,0022	1,0023	1,0023	1,0024	1,0025	1,0025	1,0025
18,5	1,0023	1,0024	1,0024	1,0025	1,0025	1,0026	1,0026
19	1,0024	1,0025	1,0025	1,0026	1,0026	1,0027	1,0027
19,5	1,0025	1,0026	1,0026	1,0027	1,0027	1,0028	1,0028
20	1,0026	1,0027	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029
20,5	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0030
21	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0031	1,0031	1,0031
21,5	1,0030	1,0030	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0032
22	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0033	1,0033	1,0033
22,5	1,0032	1,0032	1,0033	1,0033	1,0034	1,0034	1,0034
23	1,0033	1,0033	1,0034	1,0034	1,0035	1,0035	1,0036
23,5	1,0034	1,0035	1,0035	1,0036	1,0036	1,0036	1,0037
24	1,0035	1,0036	1,0036	1,0037	1,0037	1,0038	1,0038
24,5	1,0037	1,0037	1,0038	1,0038	1,0039	1,0039	1,0039
25	1,0038	1,0038	1,0039	1,0039	1,0040	1,0040	1,0040
25,5	1,0039	1,0040	1,0040	1,0041	1,0041	1,0041	1,0042
26	1,0040	1,0041	1,0041	1,0042	1,0042	1,0043	1,0043
26,5	1,0042	1,0042	1,0043	1,0043	1,0044	1,0044	1,0044
27	1,0043	1,0044	1,0044	1,0045	1,0045	1,0045	1,0046
27,5	1,0045	1,0045	1,0046	1,0046	1,0047	1,0047	1,0047
28	1,0046	1,0046	1,0047	1,0047	1,0048	1,0048	1,0048
28,5	1,0047	1,0048	1,0048	1,0049	1,0049	1,0050	1,0050
29	1,0049	1,0049	1,0050	1,0050	1,0051	1,0051	1,0051
29,5	1,0050	1,0051	1,0051	1,0052	1,0052	1,0052	1,0053
30	1,0052	1,0052	1,0053	1,0053	1,0054	1,0054	1,0054

8.3 Arithmetischen Volumenmittelwert berechnen

Mittelwert aus den Volumenwerten berechnen.

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

- ▶ Summe Volumenwerte durch die Anzahl der Messungen dividieren.
 Ergebnis: arithmetisches Mittel der Volumenwerte.

Formelzeichen	Bedeutung
\bar{V}	Volumenmittelwert
V_i	Volumenwert
n	Anzahl der Messungen

8.4 Systematische Messabweichung berechnen

Die systematische Messabweichung ist das Maß für die Abweichung des Volumenmittelwerts vom Sollwert des dosiertem Volumens.

8.4.1 Absolute systematische Messabweichung

$$e_s = \bar{V} - V_s$$

- ▶ Vom Volumenmittelwert das eingestellte Prüfvolumen subtrahieren.
 Ergebnis: absolute Messabweichung in Volumen.

8.4.2 Relative systematische Messabweichung

$$e_s = \frac{(\bar{V} - V_s) \cdot 100 \%}{V_s}$$

- ▶ Absolute Messabweichung mit 100 multiplizieren und durch das Prüfvolumen dividieren.
 Ergebnis: relative Messabweichung in Prozent.

Formelzeichen	Bedeutung
e_s	Systematische Messabweichung
\bar{V}	Volumenmittelwert
V_s	Prüfvolumen

8.5 Zufällige Messabweichung berechnen

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Einzelwerte um den Volumenmittelwert des dosierten Volumens.

8.5.1 Absolute zufällige Messabweichung

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n - 1}}$$

- ▶ Standardabweichung des Volumenwerts berechnen.
 Ergebnis: absolute zufällige Messabweichung.

8.5.2 Relative zufällige Messabweichung

$$CV = \frac{100 \% \cdot s_r}{\bar{V}}$$

- ▶ Absolute Messabweichung mit 100 multiplizieren und durch den Volumenmittelwert dividieren.
 Ergebnis: prozentuale zufällige Messabweichung.

Formelzeichen	Bedeutung
s_r	Wiederholstandardabweichung
n	Anzahl der Messungen
V_i	Prüfvolumen
\bar{V}	Volumenmittelwert
CV	Variationskoeffizient

8.6 Prüfprotokoll

Die Kalibrierergebnisse und alle Einflussfaktoren müssen dokumentiert werden. Die folgenden Kapitel geben die Inhalte eines Prüfprotokolls an.

8.6.1 Prüfer

Name	
Vorname	
Abteilung	
Kalibrierdatum	

8.6.2 Dosiergerät

Hersteller	
Typ	
Modellnummer	
Nennvolumen	
Seriennummer	

8.6.3 Prüfspitze

Hersteller	
Bezeichnung	
Volumen	
Lotnummer	

8.6.4 Analysenwaage

Hersteller	
Modell	
Seriennummer	
Letzte Kalibrierung	

8.6.5 Justierung

Grundlage der Justierung (Ex)	
Justierung durchgeführt von	

8.6.6 Prüfbedingungen

Lufttemperatur °C	
Luftdruck hPa	
Relative Luftfeuchte %	
Temperatur Prüfflüssigkeit °C	

8.6.7 Prüfverfahren

ISO 8655	
Laborvorschrift	
Herstellerangaben	
Andere	

8.6.8 Messreihen

Messreihe 1

Messwerte										
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	Ist-Wert	Soll-Wert	Bewertung
Mittelwert \bar{V}			
Systematische Messabweichung e_s			
Zufällige Messabweichung CV			
Bemerkung			

Messreihe 2

Messwerte										
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	Ist-Wert	Soll-Wert	Bewertung
Mittelwert \bar{V}			
Systematische Messabweichung e_s			
Zufällige Messabweichung CV			
Bemerkung			

Messreihe 3

Messwerte										
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	Ist-Wert	Soll-Wert	Bewertung
Mittelwert \bar{V}			
Systematische Messabweichung e_s			
Zufällige Messabweichung CV			
Bemerkung			

8.6.9 Reinigung

Name	
Vorname	
Abteilung	
Datum	
Bemerkung	

8.6.10 Wartung

Name	
Vorname	
Abteilung	
Datum	
Ausgetauschte Teile	
Bemerkung	

9 Zulässige Messabweichungen

- Die Tabellen mit den Messabweichungen sind in diesem Kapitel alphabetisch nach Produktnamen sortiert.

9.1 Prüfbedingungen

Prüfbedingungen und Prüfauswertung in Übereinstimmung mit ISO 8655, Teil 6. Prüfung mit eichamtlich geprüfter Feinwaage mit Verdunstungsschutz.

- Die drei größten Prüfvolumina pro Spitze (10 %, 50 %, 100 % des Nominalvolumens) entsprechen den Vorgaben der ISO 8655, Teil 2 bzw. Teil 5. Zur normkonformen Überprüfung der systematischen und zufälligen Messabweichung ist die Prüfung bei diesen drei Prüfvolumina durchzuführen. Das kleinste einstellbare Volumen wird als zusätzliche Information zur Verfügung gestellt.

- Anzahl der Bestimmungen pro Volumen: 10
- Wasser gemäß ISO 3696
- Prüfung bei 20 °C – 27 °C
Temperaturschwankung während der Messung maximal $\pm 0,5$ °C
- Dosierung an die Gefäßwand

9.1.1 Multipette E3/E3x

- Betriebsmodus: **Dis**
- Prüfung mit voll befülltem Combitip advanced
- Geschwindigkeitsstufe: 5

9.1.2 Multipette stream/Xstream

- Betriebsmodus: **Dis**
- Geschwindigkeitsstufe: 7

9.1.3 Research pro

- Betriebsmodus: **Pip**
- Geschwindigkeitsstufe: Maximum

9.1.4 Xplorer/Xplorer plus

- Betriebsmodus: Standardmäßiges Pipettieren (**Pip**)
- Geschwindigkeitsstufe: 5

9.2 Biomaster – Messabweichung

Modell	Prüfspitze Mastertip	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
1 µL – 20 µL hellgrau	20 µL hellgrau 52 mm	2 µL	6,0	0,12	4,0	0,08
		3 µL	5,0	0,15	3,0	0,09
		5 µL	4,0	0,2	2,0	0,1
		10 µL	3,0	0,3	1,5	0,15
		20 µL	2,0	0,4	0,8	0,16

9.3 Multipette E3/E3x – Repeater E3/E3x – Messabweichung

Prüfspitze Combitips advanced	Volumenbereich	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 mL weiß	1 µL – 100 µL	1 µL	11	0,11	14	0,14
		10 µL	1,6	0,16	2,5	0,25
		50 µL	1	0,5	1,5	0,75
		100 µL	1	1	0,5	0,5
0,2 mL hellblau	2 µL – 200 µL	2 µL	4	0,08	5,5	0,11
		20 µL	1,3	0,26	1,5	0,3
		100 µL	1	1	1	1
		200 µL	1	2	0,5	1
0,5 mL lila	5 µL – 500 µL	5 µL	3	0,15	6	0,3
		50 µL	0,9	0,45	0,8	0,4
		250 µL	0,9	2,25	0,5	1,25
		500 µL	0,9	4,5	0,3	1,5
1 mL gelb	10 µL – 1000 µL	10 µL	3,5	0,35	7	0,7
		100 µL	0,9	0,9	0,55	0,55
		500 µL	0,6	3	0,3	1,5
		1000 µL	0,6	6	0,2	2
2,5 mL grün	25 µL – 2500 µL	25 µL	2	0,5	3,5	0,875
		250 µL	0,8	2	0,45	1,125
		1250 µL	0,5	6,25	0,3	3,75
		2500 µL	0,5	12,5	0,15	3,75
5 mL blau	50 µL – 5000 µL	50 µL	2,5	1,25	6	3
		500 µL	0,8	4	0,35	1,75
		2500 µL	0,5	12,5	0,25	6,25
		5000 µL	0,5	25	0,15	7,5
10 mL orange	0,1 mL – 10 mL	0,1 mL	1,5	1,5	3,5	3,5
		1 mL	0,5	5	0,25	2,5
		5 mL	0,4	20	0,25	12,5
		10 mL	0,4	40	0,15	15

Prüfspitze Combitips advanced	Volumenbereich	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
25 mL rot	0,25 mL – 25 mL	0,25 mL	2,5	6,25	3	7,5
		2,5 mL	0,3	7,5	0,35	8,75
		12,5 mL	0,3	37,5	0,25	31,25
		25 mL	0,3	75	0,15	37,5
50 mL hellgrau	0,5 mL – 50 mL	0,5 mL	2	10	3	15
		5 mL	0,3	15	0,5	25
		25 mL	0,3	75	0,2	50
		50 mL	0,3	150	0,15	75

Prüfspitze ViscoTip	Volumenbereich	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
10 mL orange	0,1 mL – 10 mL	0,1mL	[1,5]	[1,5]	[3,5]	[3,5]
		1 mL	0,5	5	0,25	2,5
		5 mL	0,4	20	0,25	12,5
		10 mL	0,4	40	0,15	15

9.4 Multipette M4 – Repeater M4 – Messabweichung

Prüfspitze Combitips advanced	Dispensiervolumen	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 mL weiß	1 µL – 20 µL	1 µL	8	0,08	13	0,13
		2 µL	1,6	0,032	3	0,06
		10 µL	1,2	0,12	2,4	0,24
		20 µL	1	0,2	2	0,4
0,2 mL hellblau	2 µL – 40 µL	2 µL	6	0,12	8	0,16
		4 µL	1,3	0,052	2	0,08
		20 µL	0,8	0,16	1,5	0,3
		40 µL	0,8	0,32	1,5	0,6
0,5 mL lila	5 µL – 100 µL	5 µL	4	0,2	8	0,4
		10 µL	0,9	0,09	1,5	0,15
		50 µL	0,8	0,4	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,6	0,6
1 mL gelb	10 µL – 200 µL	10 µL	4	0,4	8	0,8
		20 µL	0,9	0,18	0,9	0,18
		100 µL	0,6	0,6	0,6	0,6
		200 µL	0,6	1,2	0,4	0,8
2,5 mL grün	25 µL – 500 µL	25 µL	4	1	8	2
		50 µL	0,8	0,4	0,8	0,4
		250 µL	0,6	1,5	0,6	1,5
		500 µL	0,5	2,5	0,3	1,5
5 mL blau	50 µL – 1000 µL	50 µL	3	1,5	5	2,5
		100 µL	0,6	0,6	0,6	0,6
		500 µL	0,5	2,5	0,5	2,5
		1000 µL	0,5	5	0,25	2,5
10 mL orange	0,1 mL – 2 mL	0,1 mL	3	3	4	4
		0,2 mL	0,5	1	0,6	1,2
		1 mL	0,5	5	0,4	4
		2 mL	0,5	10	0,25	5

Prüfspitze Combitips advanced	Dispensiervolumen	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
25 mL rot	0,25 mL – 5 mL	0,25 mL	3	7,5	3	7,5
		0,5 mL	0,4	2	0,6	3
		2,5 mL	0,3	7,5	0,5	12,5
		5 mL	0,3	15	0,25	12,5
50 mL hellgrau	0,5 mL – 10mL	0,5 mL	6	30	10	50
		1 mL	0,3	3	0,5	5
		5 mL	0,3	15	0,5	25
		10 mL	0,3	30	0,25	25

Prüfspitze ViscoTip	Dispensiervolumen	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
10 mL orange	0,1 mL – 2 mL	0,1 mL	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
		0,2 mL	8	16	4	8
		1 mL	1,6	16	0,8	8
		2 mL	0,8	16	0,5	8

9.5 Multipette plus – Repeater plus – Messabweichung

Prüfspitze Combitips advanced	Volumenbereich	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 mL weiß	1 µL – 20 µL	2 µL	1,6	0,032	3,0	0,06
		10 µL	1,2	0,12	2,4	0,24
		20 µL	1,0	0,2	2,0	0,4
0,2 mL hellblau	2 µL – 40 µL	4 µL	1,3	0,052	2,0	0,08
		20 µL	0,8	0,16	1,5	0,3
		40 µL	0,8	0,32	1,5	0,6
0,5 mL lila	5 µL – 50 µL	10 µL	0,9	0,09	1,5	0,15
		50 µL	0,8	0,4	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,6	0,6
1 mL gelb	10 µL – 200 µL	20 µL	0,9	0,18	0,9	0,18
		100 µL	0,6	0,6	0,6	0,6
		200 µL	0,6	1,2	0,4	0,8
2,5 mL grün	25 µL – 500 µL	50 µL	0,8	0,4	0,8	0,4
		250 µL	0,6	1,5	0,6	1,5
		500 µL	0,5	2,5	0,3	1,5
5 mL blau	50 µL – 1000 µL	100 µL	0,6	0,6	0,6	0,6
		500 µL	0,5	2,5	0,5	2,5
		1000 µL	0,5	5,0	0,25	2,5
10 mL orange	0,1 mL – 2 mL	0,2 mL	0,5	1,0	0,6	1,2
		1 mL	0,5	5	0,4	4
		2 mL	0,5	10	0,25	5,0
25 mL rot	0,25 mL – 5 mL	0,5 mL	0,4	2,0	0,6	3,0
		2,5 mL	0,3	7,5	0,5	12,5
		5 mL	0,3	15	0,25	12,5
50 mL hellgrau	0,5 mL – 10 mL	1 mL	0,3	3,0	0,5	5,0
		5 mL	0,3	15	0,5	25
		10 mL	0,3	30	0,25	25

9.6 Multipette/Repeater stream/Xstream – Messabweichung

Prüfspitze Combitips advanced	Volumenbereich	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 mL weiß	1 µL – 100 µL	10 µL	1,6	0,16	2,5	0,25
		50 µL	1,0	0,5	1,5	0,75
		100 µL	1,0	1,0	0,5	0,5
0,2 mL hellblau	2 µL – 200 µL	20 µL	1,3	0,26	1,5	0,3
		100 µL	1,0	1,0	1,0	1,0
		200 µL	1,0	2,0	0,5	1,0
0,5 mL lila	5 µL – 500 µL	50 µL	0,9	0,45	0,8	0,4
		250 µL	0,9	2,25	0,5	1,25
		500 µL	0,9	4,5	0,3	1,5
1 mL gelb	10 µL – 1000 µL	100 µL	0,9	0,9	0,55	0,55
		500 µL	0,6	3,0	0,3	1,5
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2,00
2,5 mL grün	25 µL – 2500 µL	250 µL	0,8	2,0	0,45	1,125
		1250 µL	0,5	6,25	0,3	3,75
		2500 µL	0,5	12,5	0,15	3,75
5 mL blau	50 µLd – 5000 µL	500 µL	0,8	4,0	0,35	1,75
		2500 µL	0,5	12,5	0,25	6,25
		5000 µL	0,5	25	0,15	7,50
10 mL orange	0,1 mL – 10 mL	1 mL	0,5	5	0,25	2,5
		5 mL	0,4	20	0,25	12,5
		10 mL	0,4	40	0,15	15
25 mL rot	0,25 mL – 25 mL	2,5 mL	0,3	7,5	0,35	8,8
		12,5 mL	0,3	37,5	0,25	31,3
		25 mL	0,3	75	0,15	37,5
50 mL hellgrau	0,5 mL – 50 mL	5 mL	0,3	15	0,5	25
		25 mL	0,3	75	0,20	50
		50 mL	0,3	150	0,15	75

9.7 Reference – Messabweichung

9.7.1 Reference – Einkanalpipetten mit festem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± µL	± %	± µL
1 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	2,5	0,025	1,8	0,018
2 µL hellgrau		2,0	0,04	1,2	0,024
5 µL hellgrau		1,5	0,075	0,8	0,04
10 µL hellgrau		1,0	0,1	0,5	0,05
10 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	1,0	0,1	0,5	0,05
20 µL gelb		0,8	0,16	0,3	0,06
25 µL gelb		0,8	0,2	0,3	0,075
50 µL gelb		0,7	0,35	0,3	0,15
100 µL gelb		0,6	0,6	0,2	0,2
200 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	0,6	1,2	0,2	0,4
250 µL blau		0,6	1,5	0,2	0,5
500 µL blau		0,6	3,0	0,2	1,0
1000 µL blau		0,6	6,0	0,2	2,0
1500 µL rot	500 µL – 2500 µL rot 115 mm	0,6	9,0	0,2	3,0
2000 µL rot		0,6	12	0,2	4,0
2500 µL rot		0,6	15	0,2	5,0

9.7.2 Reference – Einkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 µL – 2,5 µL dunkelgrau	0,1 µL – 10 µL dunkelgrau 34 mm	0,25 µL	12,0	0,03	6,0	0,015
		1,25 µL	2,5	0,031	1,5	0,019
		2,5 µL	1,4	0,035	0,7	0,018
0,5 µL – 10 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL hellgrau 46 mm	1 µL	2,5	0,025	1,8	0,018
		5 µL	1,5	0,075	0,8	0,04
		10 µL	1,0	0,1	0,4	0,04
2 µL – 20 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL hellgrau 46 mm	2 µL	3,0	0,06	2,0	0,04
		10 µL	1,0	0,1	0,5	0,05
		20 µL	0,8	0,16	0,3	0,06
2 µL – 20 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	2 µL	5,0	0,1	1,5	0,03
		10 µL	1,2	0,12	0,6	0,06
		20 µL	1,0	0,2	0,3	0,06
10 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	0,7	0,07
		50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,8	0,8	0,15	0,15
50 µL – 200 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,9	0,9	0,3	0,3
		200 µL	0,6	1,2	0,2	0,4
50 µL – 250 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	50 µL	1,4	0,7	0,3	0,15
		100 µL	1,1	1,1	0,3	0,3
		250 µL	0,6	1,5	0,2	0,5
100 µL – 1000 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	100 µL	3,0	3,0	0,3	0,3
		500 µL	1,0	5,0	0,2	1,0
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2,0
500 µL – 2500 µL rot	500 µL – 2500 µL rot 115 mm	0,5 mL	1,5	7,5	0,3	1,5
		1,25 mL	0,8	10	0,2	2,5
		2,5 mL	0,6	15	0,2	5,0

9.8 Reference 2 – Messabweichung
9.8.1 Reference 2 – Einkanalpipetten mit festem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± µL	± %	± µL
1 µL dunkelblau	0,1 µL – 10 µL dunkelblau 34 mm	2,5	0,025	1,8	0,018
2 µL dunkelblau		2,0	0,04	1,2	0,024
5 µL blau	0,1 µL – 20 µL blau 40 mm	1,2	0,06	0,6	0,03
10 µL blau		1,0	0,1	0,5	0,05
20 µL hellblau	0,5 µL – 20 µL L hellblau 46 mm	0,8	0,16	0,3	0,06
10 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	1,2	0,12	0,6	0,06
20 µL gelb		1,0	0,2	0,3	0,06
25 µL gelb		1,0	0,25	0,3	0,075
50 µL gelb		0,7	0,35	0,3	0,15
100 µL gelb		0,6	0,6	0,2	0,2
200 µL gelb		0,6	1,2	0,2	0,4
200 µL blau		50 µL – 1000 µL blau	0,6	1,2	0,2
250 µL blau	71 mm	0,6	1,5	0,2	0,5
500 µL blau		0,6	3,0	0,2	1,0
1000 µL blau		0,6	6,0	0,2	2,0
2,0 mL rot		0,5 mL – 2,5 mL rot	0,6	12	0,2
2,5 mL rot	115 mm	0,6	15	0,2	5

9.8.2 Reference 2 – Einkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 µL – 2,5 µL dunkelgrau	0,1 µL – 10 µL dunkelgrau 34 mm	0,1 µL	48,0	0,048	12,0	0,012
		0,25 µL	12,0	0,03	6,0	0,015
		1,25 µL	2,5	0,031	1,5	0,019
		2,5 µL	1,4	0,035	0,7	0,018
0,5 µL – 10 µL mittelgrau	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	0,5 µL	8,0	0,04	5,0	0,025
		1 µL	2,5	0,025	1,8	0,018
		5 µL	1,5	0,075	0,8	0,04
		10 µL	1,0	0,10	0,4	0,04
2 µL – 20 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	2 µL	3,0	0,06	1,5	0,03
		10 µL	1,0	0,10	0,6	0,06
		20 µL	0,8	0,16	0,3	0,06
2 µL – 20 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	2 µL	5,0	0,10	1,5	0,03
		10 µL	1,2	0,12	0,6	0,06
		20 µL	1,0	0,2	0,3	0,06
10 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	0,7	0,07
		50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,8	0,8	0,2	0,2
20 µL – 200 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	20 µL	2,5	0,5	0,7	0,14
		100 µL	1,0	1,0	0,3	0,3
		200 µL	0,6	1,2	0,2	0,4
30 µL – 300 µL orange	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	2,5	0,75	0,7	0,21
		150 µL	1,0	1,5	0,3	0,45
		300 µL	0,6	1,8	0,2	0,6
100 µL – 1000 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	100 µL	3,0	3,0	0,6	0,6
		500 µL	1,0	5,0	0,2	1,0
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2,0
0,25 mL – 2,5 mL rot	0,25 mL – 2,5 mL rot 115 mm	0,25 mL	4,8	12	1,2	3
		1,25 mL	0,8	10	0,2	2,5
		2,5 mL	0,6	15	0,2	5

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 mL – 5 mL lila	0,1 mL – 5 mL lila 120 mm	0,5 mL	2,4	12	0,6	3
		2,5 mL	1,2	30	0,25	6
		5,0 mL	0,6	30	0,15	7,5
1 mL – 10 mL türkis	1 mL – 10 mL türkis 165 mm	1,0 mL	3,0	30	0,6	6
		5,0 mL	0,8	40	0,2	10
		10,0 mL	0,6	60	0,15	15

9.8.3 Reference 2 – Mehrkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL mittelgrau	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	0,5 µL	12,0	0,06	8,0	0,04
		1 µL	8,0	0,08	5,0	0,05
		5 µL	4,0	0,2	2,0	0,1
		10 µL	2,0	0,2	1,0	0,1
10 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	2,0	0,2
		50 µL	1,0	0,5	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,3	0,3
30 µL – 300 µL orange	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	3,0	0,9	1,0	0,3
		150 µL	1,0	1,5	0,5	0,75
		300 µL	0,6	1,8	0,3	0,9

9.9 Research – Messabweichung

9.9.1 Research – Einkanalpipetten mit festem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± µL	± %	± µL
10 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	1,2	0,12	0,6	0,06
20 µL gelb		1,0	0,2	0,3	0,06
25 µL gelb		1,0	0,25	0,3	0,075
50 µL gelb		0,7	0,35	0,3	0,15
100 µL gelb		0,6	0,6	0,2	0,2
200 µL blau	0,05 mL – 1 mL blau 71 mm	0,6	1,2	0,2	0,4
250 µL blau		0,6	1,5	0,2	0,5
500 µL blau		0,6	3,0	0,2	1,0
1000 µL blau		0,6	6,0	0,2	2,0

9.9.2 Research – Einkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 µL – 2,5 µL dunkelgrau	0,1 µL – 10 µL dunkelgrau 34 mm	0,25 µL	12,0	0,03	6,0	0,015
		1,25 µL	2,5	0,031	1,5	0,019
		2,5 µL	1,4	0,035	0,7	0,018
0,5 µL – 10 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	1 µL	2,5	0,025	1,8	0,018
		5 µL	1,5	0,075	0,8	0,04
		10 µL	1,0	0,1	0,4	0,04
2 µL – 20 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	2 µL	5,0	0,1	1,5	0,03
		10 µL	1,2	0,12	0,6	0,06
		20 µL	1,0	0,2	0,3	0,06
10 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	1,0	0,1
		50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,8	0,8	0,2	0,20
20 µL – 200 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	20 µL	2,5	0,5	0,7	0,14
		100 µL	1,0	1,0	0,3	0,3
		200 µL	0,6	1,2	0,2	0,4
100 µL – 1000 µL blau	0,05 mL – 1 mL blau 71 mm	100 µL	3,0	3,0	0,6	0,6
		500 µL	1,0	5,0	0,2	1,0
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2,0
0,5 mL – 5 mL lila	0,1 mL – 5 mL lila 120 mm	0,5 mL	2,4	12	0,6	3,0
		2,5 mL	1,2	30	0,25	6,25
		5,0 mL	0,6	30	0,15	7,5
1 mL – 10 mL türkis	1 mL – 10 mL türkis 165 mm	1,0 mL	3,0	30	0,6	6,0
		5,0 mL	0,8	40	0,2	10
		10,0 mL	0,6	60	0,15	15

9.9.3 Research – Mehrkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	1 µL	8,0	0,08	5,0	0,05
		5 µL	4,0	0,2	2,0	0,1
		10 µL	2,0	0,2	1,0	0,1
10 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	2,0	0,2
		50 µL	1,0	0,5	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,3	0,3
30 µL – 300 µL orange	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	3,0	0,9	1,0	0,3
		150 µL	1,0	1,5	0,5	0,75
		300 µL	0,6	1,8	0,3	0,9

9.10 Research plus – Messabweichung

9.10.1 Research plus – Einkanalpipetten mit festem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± µL	± %	± µL
10 µL mittelgrau	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	1,2	0,12	0,6	0,06
20 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	0,8	0,16	0,3	0,06
10 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	1,2	0,12	0,6	0,06
20 µL gelb		1,0	0,2	0,3	0,06
25 µL gelb		1,0	0,25	0,3	0,08
50 µL gelb		0,7	0,35	0,3	0,15
100 µL gelb		0,6	0,6	0,2	0,2
200 µL gelb		0,6	1,2	0,2	0,4
200 µL blau		50 µL – 1000 µL blau 71 mm	0,6	1,2	0,2
250 µL blau	0,6		1,5	0,2	0,5
500 µL blau	0,6		3,0	0,2	1,0
1000 µL blau	0,6		6,0	0,2	2,0

9.10.2 Research plus – Einkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,1 µL – 2,5 µL dunkelgrau	0,1 µL – 10 µL dunkelgrau 34 mm	0,1 µL	48	0,048	12	0,012
		0,25 µL	12	0,03	6,0	0,015
		1,25 µL	2,5	0,031	1,5	0,019
		2,5 µL	1,4	0,035	0,7	0,018
0,5 µL – 10 µL mittelgrau	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	0,5 µL	8,0	0,04	5,0	0,025
		1 µL	2,5	0,025	1,8	0,018
		5 µL	1,5	0,075	0,8	0,04
		10 µL	1,0	0,1	0,4	0,04
2 µL – 20 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	2 µL	5,0	0,1	1,5	0,03
		10 µL	1,2	0,12	0,6	0,06
		20 µL	1,0	0,2	0,3	0,06
2 µL – 20 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	2 µL	5,0	0,1	1,5	0,03
		10 µL	1,2	0,12	0,6	0,06
		20 µL	1,0	0,2	0,3	0,06
10 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	1,0	0,1
		50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,8	0,8	0,2	0,2
20 µL – 200 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	20 µL	2,5	0,5	0,7	0,14
		100 µL	1,0	1,0	0,3	0,3
		200 µL	0,6	1,2	0,2	0,4
30 µL – 300 µL orange	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	2,5	0,75	0,7	0,21
		150 µL	1,0	1,5	0,3	0,45
		300 µL	0,6	1,8	0,2	0,6
100 µL – 1000 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	100 µL	3,0	3,0	0,6	0,6
		500 µL	1,0	5,0	0,2	1,0
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2,0
0,25 mL – 2,5 mL rot	0,25 mL – 2,5 mL rot 115 mm	0,25 mL	4,8	12	1,2	3
		1,25 mL	0,8	10	0,2	2,5
		2,5 mL	0,6	15	0,2	5
0,5 mL – 5 mL lila	0,1 mL – 5 mL lila 120 mm	0,5 mL	2,4	12	0,6	3
		2,5 mL	1,2	30	0,25	6,25
		5,0 mL	0,6	30	0,15	7,5

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
1 mL – 10 mL türkis	1 mL – 10 mL türkis 165 mm	1,0 mL	3,0	30	0,6	6
		5,0 mL	0,8	40	0,2	10
		10,0 mL	0,6	60	0,15	15

9.10.3 Research plus – Mehrkanalpipetten mit festen Konenabständen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL mittelgrau 8-/12-Kanal	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	0,5 µL	12	0,06	8,0	0,04
		1 µL	8,0	0,08	5,0	0,05
		5 µL	4,0	0,2	2,0	0,1
		10 µL	2,0	0,2	1,0	0,1
1 µL – 20 µL perlweiß 16-/24-Kanal	1 µL – 20 µL perlweiß 42 mm	1µL	12	0,12	8	0,08
		2µL	8	0,16	5	0,1
		10µL	4	0,4	2	0,2
		20 µL	2	0,4	1	0,2
5 µL – 100 µL hellgelb 16-/24-Kanal	5 µL – 100 µL hellgelb 53 mm	5 µL	6	0,3	4	0,2
		10 µL	3	0,3	2	0,2
		50 µL	1,2	0,6	0,8	0,4
		100 µL	1	1	0,6	0,6
10 µL – 100 µL gelb 8-/12-Kanal	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	3,0	0,3	2,0	0,2
		50 µL	1,0	0,5	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,3	0,3
30 µL – 300 µL orange 8-/12-Kanal	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	3,0	0,9	1,0	0,3
		150 µL	1,0	1,5	0,5	0,75
		300 µL	0,6	1,8	0,3	0,9
120 µL – 1200 µL dunkelgrün 8-/12-Kanal	50 µL – 1250 µL dunkelgrün 103 mm	120 µL	6,0	7,2	0,9	1,08
		600 µL	2,7	16,2	0,4	2,4
		1200 µL	1,2	14,4	0,3	3,6

9.11 Research pro – Messabweichung

9.11.1 Research pro – Einkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	1 µL	2,5	0,025	1,8	0,018
		5 µL	1,5	0,075	0,8	0,04
		10 µL	1,0	0,1	0,4	0,04
5 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	2,0	0,2	1,0	0,1
		50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,8	0,8	0,2	0,2
20 µL – 300 µL orange	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	2,5	0,75	0,7	0,21
		150 µL	1,0	1,5	0,3	0,45
		300 µL	0,6	1,8	0,2	0,6
50 µL – 1000 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	100 µL	3,0	3,0	0,6	0,6
		500 µL	1,0	5,0	0,2	1,0
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2,0
100 µL – 5000 µL lila	0,1 mL – 5 mL lila 120 mm	0,5 mL	3,0	15	0,6	3,0
		2,5 mL	1,2	30	0,25	6,25
		5,0 mL	0,6	30	0,15	7,5

9.11.2 Research pro – Mehrkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	1 µL	5,0	0,05	3,0	0,03
		5 µL	3,0	0,15	1,5	0,075
		10 µL	2,0	0,2	0,8	0,08
5 µL – 100 µL	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	2,0	0,2	2,0	0,2
		50 µL	1,0	0,5	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,25	0,25
20 µL – 300 µL	20 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	2,5	0,75	1,0	0,3
		150 µL	1,0	1,5	0,5	0,75
		300 µL	0,6	1,8	0,25	0,75
50 µL – 1250 µL	50 µL – 1250 µL grün 76 mm	120 µL	6,0	7,2	0,9	1,08
		600 µL	2,7	16,2	0,4	2,4
		1200 µL	1,2	14,4	0,3	3,6

9.12 Top Buret M/H – Messabweichung

9.12.1 Top Buret M

Modell M	Prüfvolumen	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± mL	± %	± mL
0,01 mL – 999,9 mL	2,5 mL	2,0	0,05	1,0	0,025
	12,5 mL	0,4	0,05	0,2	0,025
	25 mL	0,2	0,05	0,1	0,025

9.12.2 Top Buret H

Modell H	Prüfvolumen	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± mL	± %	± mL
0,01 mL – 999,9 mL	5 mL	2,0	0,1	1,0	0,05
	25 mL	0,4	0,1	0,2	0,05
	50 mL	0,2	0,1	0,1	0,05

9.13 Varipette – Messabweichung

Modell	Prüfspitze	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± mL	± %	± mL
2,5 mL – 10 mL	Varitip S-System	2,5 mL	1,0	0,025	0,2	0,005
		5 mL	0,4	0,02	0,2	0,01
		10 mL	0,3	0,03	0,2	0,02
1 mL – 10 mL	Varitip P	1 mL	0,6	0,006	0,2	0,002
		5 mL	0,5	0,025	0,1	0,005
		10 mL	0,3	0,03	0,1	0,01

9.13.1 Maxipettor – Messabweichung

Modell	Prüfspitze	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± mL	± %	± mL
2,5 mL – 10 mL	Maxitip S-System	2,5 mL	1,0	0,025	0,2	0,005
		5 mL	0,4	0,02	0,2	0,01
		10 mL	0,3	0,03	0,2	0,02
1 mL – 10 mL	Maxitip P	1 mL	0,6	0,006	0,2	0,002
		5 mL	0,5	0,025	0,1	0,005
		10 mL	0,3	0,03	0,1	0,01

9.14 Varispenser/Varispenser plus – Messabweichung**9.14.1 Varispenser**

Modell	Prüfvolumen	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± mL	± %	± mL
0,5 mL – 2,5 mL	0,5 mL	6,0	0,015	1,0	0,0025
	1,25 mL	1,2	0,015	0,2	0,0025
	2,50 mL	0,6	0,015	0,1	0,0025
1 mL – 5 mL	1,00 mL	2,5	0,025	0,5	0,0050
	2,50 mL	1,0	0,025	0,2	0,0050
	5,00 mL	0,5	0,025	0,1	0,0050
2 mL – 10 mL	2,00 mL	2,5	0,050	0,5	0,0100
	5,00 mL	1,0	0,050	0,2	0,0100
	10,00 mL	0,5	0,050	0,1	0,0100
5 mL – 25 mL	5,00 mL	2,5	0,125	0,5	0,0250
	12,50 mL	1,0	0,125	0,2	0,0250
	25,00 mL	0,5	0,125	0,1	0,0250
10 mL – 50 mL	10,00 mL	2,5	0,250	0,5	0,0500
	25,00 mL	1,0	0,250	0,2	0,0500
	50,00 mL	0,5	0,250	0,1	0,0500
20 mL – 100 mL	20,00 mL	2,5	0,500	0,5	0,1000
	50,00 mL	1,0	0,500	0,2	0,1000
	100,00 mL	0,5	0,500	0,1	0,1000

9.14.2 Varispenser plus

Modell	Prüfvolumen	Messabweichung			
		systematisch		zufällig	
		± %	± mL	± %	± mL
0,5 mL – 2,5 mL	0,5 mL	6,0	0,015	1,0	0,0025
	1,25 mL	1,2	0,015	0,2	0,0025
	2,50 mL	0,6	0,015	0,1	0,0025
1 mL – 5 mL	1,00 mL	2,5	0,025	0,5	0,0050
	2,50 mL	1,0	0,025	0,2	0,0050
	5,00 mL	0,5	0,025	0,1	0,0050
2 mL – 10 mL	2,00 mL	2,5	0,050	0,5	0,0100
	5,00 mL	1,0	0,050	0,2	0,0100
	10,00 mL	0,5	0,050	0,1	0,0100
5 mL – 25 mL	5,00 mL	2,5	0,125	0,5	0,0250
	12,50 mL	1,0	0,125	0,2	0,0250
	25,00 mL	0,5	0,125	0,1	0,0250
10 mL – 50 mL	10,00 mL	2,5	0,250	0,5	0,0500
	25,00 mL	1,0	0,250	0,2	0,0500
	50,00 mL	0,5	0,250	0,1	0,0500
20 mL – 100 mL	20,00 mL	2,5	0,500	0,5	0,1000
	50,00 mL	1,0	0,500	0,2	0,1000
	100,00 mL	0,5	0,500	0,1	0,1000

9.15 Xplorer/Xplorer plus – Messabweichung

9.15.1 Xplorer/Xplorer plus – Einkanalpipetten mit variablem Volumen

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL mittelgrau	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	1 µL	2,5	0,025	1,8	0,018
		5 µL	1,5	0,075	0,8	0,04
		10 µL	1,0	0,1	0,4	0,04
1 µL – 20 µL hellgrau	0,5 µL – 20 µL L hellgrau 46 mm	2 µL	5,0	0,1	1,5	0,03
		10 µL	1,2	0,12	0,6	0,06
		20 µL	1,0	0,2	0,3	0,06
5 µL – 100 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	2,0	0,2	1,0	0,1
		50 µL	1,0	0,5	0,3	0,15
		100 µL	0,8	0,8	0,2	0,2
10 µL – 200 µL gelb	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	20 µL	2,5	0,5	0,7	0,14
		100 µL	1,0	1,0	0,3	0,3
		200 µL	0,6	1,2	0,2	0,4
15 µL – 300 µL orange	15 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	2,5	0,75	0,7	0,21
		150 µL	1,0	1,5	0,3	0,45
		300 µL	0,6	1,8	0,2	0,6
50 µL – 1000 µL blau	50 µL – 1000 µL blau 71 mm	100 µL	3,0	3,0	0,6	0,6
		500 µL	1,0	5,0	0,2	1
		1000 µL	0,6	6,0	0,2	2
0,1 mL – 2,5 mL rot	0,25 mL – 2,5 mL rot 115 mm	0,25 mL	4,8	12	1,2	3
		1,25 mL	0,8	10	0,2	2,5
		2,5 mL	0,6	15	0,2	5
0,2 mL – 5 mL lila	0,1 mL – 5 mL lila 120 mm	0,5 mL	3,0	15,0	0,6	3
		2,5 mL	1,2	30,0	0,25	6,25
		5 mL	0,6	30,0	0,15	7,5
0,5 mL – 10 mL türkis	1 mL – 10 mL türkis 165 mm	1 mL	3,0	30,0	0,60	6,0
		5 mL	0,8	40,0	0,20	10,0
		10 mL	0,6	60,0	0,15	15,0

9.15.2 Xplorer/Xplorer plus – Mehrkanalpipetten mit festem Konenabstand

Modell	Prüfspitze epT.I.P.S.	Prüfvolumen	Messabweichung			
			systematisch		zufällig	
			± %	± µL	± %	± µL
0,5 µL – 10 µL mittelgrau 8-/12-Kanal	0,1 µL – 20 µL mittelgrau 40 mm	1 µL	5,0	0,05	3,0	0,03
		5 µL	3,0	0,15	1,5	0,075
		10 µL	2,0	0,2	0,8	0,08
1 µL – 20 µL perlweiß 16-/24-Kanal	1 µL – 20 µL weiß 42 mm	1µL	12	0,12	8	0,08
		2µL	8	0,16	5	0,1
		10µL	4	0,4	2	0,2
		20 µL	2	0,4	1	0,2
5 µL – 100 µL gelb 8-/12-Kanal	2 µL – 200 µL gelb 53 mm	10 µL	2,0	0,2	2,0	0,2
		50 µL	1,0	0,5	0,8	0,4
		100 µL	0,8	0,8	0,25	0,25
5 µL – 100 µL hellgelb 16-/24-Kanal	5 µL – 100 µL hellgelb 53 mm	5 µL	6	0,3	4	0,2
		10 µL	3	0,3	2	0,2
		50 µL	1,2	0,6	0,8	0,4
		100 µL	1	1	0,6	0,6
15 µL – 300 µL orange 8-/12-Kanal	15 µL – 300 µL orange 55 mm	30 µL	2,5	0,75	1,0	0,3
		150 µL	1,0	1,5	0,5	0,75
		300 µL	0,6	1,8	0,25	0,75
50 µL – 1200 µL grün 8-/12-Kanal	50 µL – 1250 µL grün 76 mm	120 µL	6,0	7,2	0,9	1,08
		600 µL	2,7	16,2	0,4	2,4
		1200 µL	1,2	14,4	0,3	3,6

9.16 Fehlergrenzen gemäß EN ISO 8655

Die Fehlergrenzen beziehen sich immer auf das Gesamtsystem Pipette und Pipettenspitze. Liegt das Nennvolumen der Pipette zwischen zwei Angaben, gelten die absoluten Fehlergrenzen für das nächstgrößere Nennvolumen. Die auf das Nennvolumen bezogenen absoluten Fehlergrenzen gelten für jedes einstellbare Volumen. Nachfolgend ist ein Beispiel zur Berechnung der relativen Fehlergrenze von nicht in den ISO-Tabellen gelisteten Nennvolumen genannt. Weiterhin sind die absoluten und relativen Fehlergrenzen in Abhängigkeit vom Volumen aufgeführt. Für Mehrkanalpipetten betragen die Fehlergrenzen das Zweifache der für Einkanalpipetten angegebenen Werte.

9.16.1 Beispiel – Reference 2

Die absoluten Messabweichungen des Nennvolumens werden auf alle anderen einstellbaren Volumen angewendet. Dazu ist die prozentuale Messabweichung aus der absoluten Messabweichung bei Nennvolumen wie folgt für das jeweilige einstellbare Volumen zu berechnen.

100 % Nennvolumen:

- Nennvolumen: 2500 μL
- Absolute systematische Messabweichung: 40 μL
- Relative systematische Messabweichung: 1,6 %
- Absolute zufällige Messabweichung: 15 μL
- Relative zufällige Messabweichung: 0,6 %

50 % Nennvolumen:

- Nutzvolumen: 1250 μL
- Absolute systematische Messabweichung: 40 μL
- Relative systematische Messabweichung: 3,2 %
- Absolute zufällige Messabweichung: 15 μL
- Relative zufällige Messabweichung: 1,2 %

10 % Nennvolumen:

- Nutzvolumen: 250 μL
- Absolute systematische Messabweichung: 40 μL
- Relative systematische Messabweichung: 16 %
- Absolute zufällige Messabweichung: 15 μL
- Relative zufällige Messabweichung: 6 %

9.16.2 Luftpolsterpipetten mit festem und variablem Volumen

- Reference
- Reference 2
- Research
- Research plus
- Research pro
- Xplorer
- Xplorer plus

Nennvolumen	Fehlergrenzen (ISO 8655)			
	systematisch		zufällig	
	± %	± µL	± %	± µL
1 µL	5,0	0,05	5,0	0,05
2 µL	4,0	0,08	2,0	0,04
5 µL	2,5	0,125	1,5	0,075
10 µL	1,2	0,12	0,8	0,08
20 µL	1,0	0,2	0,5	0,1
50 µL	1,0	0,5	0,4	0,2
100 µL	0,8	0,8	0,3	0,3
200 µL	0,8	1,6	0,3	0,6
500 µL	0,8	4,0	0,3	1,5
1000 µL	0,8	8,0	0,3	3,0
2000 µL	0,8	16	0,3	6,0
5000 µL	0,8	40	0,3	15,0
10000 µL	0,6	60	0,3	30,0

9.16.3 Direktverdrängerpipetten

- Biomaster
- Varipette/Maxipettor

Nennvolumen	Fehlergrenzen (ISO 8655)			
	systematisch		zufällig	
	± %	± µL	± %	± µL
5 µL	2,5	0,13	1,5	0,08
10 µL	2,0	0,2	1,0	0,1
20 µL	2,0	0,4	0,8	0,16
50 µL	1,4	0,7	0,6	0,3
100 µL	1,5	1,5	0,6	0,6
200 µL	1,5	3,0	0,4	0,8
500 µL	1,2	6,0	0,4	2,0
1000 µL	1,2	12,0	0,4	4,0

9.16.4 Mehrfachdispenser

- Multipette plus
- Multipette/Repeater E3
- Multipette/Repeater E3x
- Multipette/Repeater M4
- Multipette stream
- Multipette Xstream

Nennvolumen	Fehlergrenzen (ISO 8655)			
	systematisch		zufällig	
	± %	± µL	± %	± µL
0,001 mL	5,0	0,05	5,0	0,05
0,002 mL	5,0	0,1	5,0	0,1
0,003 mL	2,5	0,075	3,5	0,11
0,01 mL	2,0	0,2	2,5	0,25
0,02 mL	1,5	0,3	2,0	0,4
0,05 mL	1,0	0,5	1,5	0,75
0,1 mL	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2 mL	1,0	2,0	1,0	2,0
0,5 mL	1,0	5,0	0,6	3,0
1 mL	1,0	10	0,4	4,0
2 mL	0,8	16	0,4	8,0
5 mL	0,6	30	0,3	15
10 mL	0,5	50	0,3	30
25 mL	0,5	125	0,3	75
50 mL	0,5	250	0,25	125
100 mL	0,5	500	0,25	250
200 mL	0,5	1000	0,25	500

9.16.5 Einzelhubdispenser

- Varispenser
- Varispenser plus
- Varispenser 2
- Varispenser 2x

Nennvolumen	Fehlergrenzen (ISO 8655)			
	systematisch		zufällig	
	± %	± µL	± %	± µL
0,01 mL	2,0	0,2	1,0	0,1
0,02 mL	2,0	0,4	0,5	0,1
0,05 mL	1,5	0,75	0,4	0,2
0,1 mL	1,5	1,5	0,3	0,3
0,2 mL	1,0	2,0	0,3	0,6
0,5 mL	1,0	5,0	0,2	1,0
1 mL	0,6	6,0	0,2	2,0
2 mL	0,6	12,0	0,2	4,0
5 mL	0,6	30,0	0,2	10,0
10 mL	0,6	60,0	0,2	20,0
25 mL	0,6	150,0	0,2	50,0
50 mL	0,6	300,0	0,2	100
100 mL	0,6	600,0	0,2	200
200 mL	0,6	1200	0,2	400

9.16.6 Kolbenhubbüretten

- Top Buret H
- Top Buret M

Nennvolumen	Fehlergrenzen (ISO 8655)			
	systematisch		zufällig	
	± %	± µL	± %	± µL
≤ 1 mL	0,6	6,0	0,1	1,0
2 mL	0,5	10	0,1	2,0
5 mL	0,3	15	0,1	5,0
10 mL	0,3	30	0,1	10
20 mL	0,2	40	0,1	20
25 mL	0,2	50	0,1	25
50 mL	0,2	100	0,1	50
100 mL	0,2	200	0,1	100

10 Justierung

Durch eine Justierung wird das Dosiervolumen so eingestellt, dass die systematische Messabweichung für die vorgesehene Anwendung minimiert wird.

Eine Justierung kann aufgrund von abweichenden Kalibrierergebnissen oder aufgrund von abweichenden Bedingungen sinnvoll sein.

- Die zufällige Messabweichung wird durch eine Justierung nicht beeinflusst. Die zufällige Messabweichung kann durch den Austausch von verschlissenen Teilen verringert werden. Die zufällige Messabweichung wird auch durch die Handhabung beeinflusst.

10.1 Justieren bei abweichenden Kalibrierergebnissen

Wenn die Kalibrierergebnisse von mechanischen Pipetten außerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, kann eine Justierung notwendig sein.

- Im Gegensatz zu mechanischen Pipetten ist eine elektronische Pipette über die komplette Hublänge mit einer Polynomfunktion fünften Grades justiert. Daher ist die Herstellerjustierung bei elektronischen Pipetten nicht durch den Anwender justierbar. Wenn die Messergebnisse außerhalb der Hersteller Grenzwerte liegen, ist die Pipette defekt und sollte an einen autorisierten Service geschickt werden.

10.1.1 Ursachen der Dosierabweichung prüfen

Alle äußeren Einflussfaktoren müssen ausgeschlossen werden, bevor eine Pipette justiert wird.

- Spitzenkonus ist in Ordnung
- Pipettenspitze ist kompatibel zur Pipette
- Dosiersystem ist dicht (Pipette und Pipettenspitze)
- Prüfflüssigkeit wurde 5-mal aufgenommen und abgeben (gesättigtes Luftpolster)
- Prüfflüssigkeit, Dosiergerät und Umgebungsluft haben die gleiche Temperatur
- Prüfflüssigkeit entspricht den Anforderungen der ISO 3696
- Eintauchtiefe bei der Flüssigkeitsaufnahme beachtet
- Flüssigkeitsabgabe an die Gefäßwand
- Pipettiergeschwindigkeit ist richtig eingestellt
- Auflösung der Waage passt zum Prüfvolumen
- Wägeort ist zugluftfrei
- Auswertung der Messergebnisse ist fehlerfrei
- ▶ Entscheiden, ob eine Justierung notwendig ist.
- ▶ Dosiergerät justieren (siehe Produktinformationen www.ependorf.com/manuals).
- Die Dosiergeräte können zur Justierung auch an den autorisierten Service geschickt werden.

10.2 Justieren bei abweichenden Bedingungen

Die physikalischen Eigenschaften von Flüssigkeiten und die Umgebungsbedingungen sind wesentliche Einflussfaktoren bei Kolbenhubpipetten. Mechanische und elektronische Pipetten können an diese Bedingungen angepasst werden.

Eine Änderung der Justierung ist sinnvoll bei:

- Flüssigkeiten mit großen Abweichungen der physikalischen Eigenschaften im Vergleich zu Wasser (Dichte, Viskosität, Oberflächenspannung, Dampfdruck)
 - Kapillarwirkung beim Eintauchen der Pipettenspitze (z. B. bei DMSO)
 - Verändertem Luftdruck aufgrund der geographischen Höhe des Einsatzortes
 - Pipettenspitzen die sich in ihrer Geometrie deutlich von Standardspitzen unterscheiden (z. B. verlängerte epT.I.P.S.)
- ▶ Dosiergerät justieren (siehe Produktinformationen www.eppendorf.com/manuals).

Index

Standard Operating Procedure
Deutsch (DE)

Index

Wartung..... 16

A

Ablaufdiagramm

Dosiersystem kalibrieren..... 26, 34

Auflösung der Waage 23

Auswertung

Prüfprotokoll..... 48

B

Berechnung

Massewert umrechnen 43

Systematische Messabweichung..... 46

Volumenmittelwert 45

Volumenwert 43

Zufällige Messabweichung..... 47

Biomaster

Mechanische Kolbenhubpipette..... 14

Messabweichung..... 52

C

Checkliste 29

Analysenwaage..... 31

Dosiergerät..... 30

Kalibriersoftware 31

Prüfbedingungen..... 29

Prüfflüssigkeit..... 30

D

Datenauswertung 24

Datentransfer 24

Dichtewert für Wasser 44

Dokumenthistorie 13

E

Elektronische Kolbenhubpipetten

Research pro 14

Xplorer.....	14
Xplorer plus.....	14
Elektronische Mehrfachdispenser	
Multipette E3/E3x.....	14
Multipette stream	14
Multipette Xstream.....	14
Repeater E3/E3x.....	14
Repeater stream	14
Repeater Xstream.....	14

F

Fehler

Fehlerabhilfe.....	19
Fehlerursache.....	19

Fehlergrenze ISO 8655

Biomaster	80
Maxipettor	80
Multipette E3.....	81
Multipette E3x.....	81
Multipette M4.....	81
Multipette plus	81
Multipette stream	81
Multipette Xstream.....	81
Reference.....	79
Reference 2.....	79
Repeater E3.....	81
Repeater E3x	81
Repeater M4	81
Research.....	79
Research plus	79
Top Buret H	83
Top Buret M.....	83
Varipette	80
Varispenser.....	82
Varispenser 2.....	82
Varispenser 2x.....	82
Varispenser plus.....	82
Xplorer.....	79
Xplorer plus.....	79

Fehlergrenzen ISO 8655.....

Fett für Pipetten.....

Flussdiagramm

Dosiersystem kalibrieren.....	34
Gesamtablauf Kalibrierung.....	26

Formel

Absolute systematische Messabweichung	46
Relative systematische Messabweichung	46
Relative zufällige Messabweichung.	47,
47	
Standardabweichung	47
Variationskoeffizient	47
Volumenmittelwert.....	45
Volumenwert.....	43

G

Gravimetrische Prüfung.....

K

Kalibrierablauf.....

Kalibrierfrequenz

Prüfintervall	20
---------------------	----

Kalibriersoftware.....

Kalibrierung auswerten.....

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

Kalibrierverfahren

gravimetrisch	21
photometrisch	21
titrimetrisch.....	21

M

Maxipettor

Messabweichung	73
----------------------	----

Maxipettor + Maxitip P

Mechanische Kolbenhubpipette	14
------------------------------------	----

Maxipettor + Maxitip S-System

Mechanische Kolbenhubpipette	14
------------------------------------	----

Mechanische Einzelhubdispenser

Varispenser	15
Varispenser plus.....	15

Varispenser	15
Varispenser plus.....	15

Mechanische Flaschenaufsatzbürette	
Top Buret H	15
Top Buret M.....	15
Mechanische Kolbenhubpipette	
Biomaster	14
Maxipettor + Maxitip P.....	14
Maxipettor + Maxitip S-System.....	14
Reference.....	14
Reference 2.....	14
Research	14
Research plus	14
Varipette + Varitip P	14
Varipette + Varitip S-System	14
Mechanische Mehrfachdispenser	
Multipette	14
Multipette M4.....	14
Multipette plus	14
Repeater	14
Repeater M4.....	14
Repeater plus.....	14
Messabweichungen	
Fehlergrenzen ISO 8655.....	78
Hersteller	51
Messplatz vorbereiten	27
Messplatzaufbau.....	23
Analysenwaage.....	23
Messplatz.....	24
Wägegefäß.....	23
Messreihen erheben.....	32
Messwerte	
Einkanalpipette.....	32
Mehrkanalpipette	32
Mittelwert	45
Multipette	
Mechanische Mehrfachdispenser	14
Multipette E3/E3x	
Elektronische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	53
Multipette M4	
Mechanische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	55
Multipette plus	
Mechanische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung	57
Multipette stream	
Elektronische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung	58
Multipette Xstream	
Elektronische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung	58
N	
Nennvolumen.....	32
O	
O-Ring.....	17
P	
Prüfart	
Dichtigkeitsprüfung	21, 22
Konformitätsprüfung.....	22
Quick-Check.....	22
Sichtkontrolle	21
Zwischenprüfung	22
Prüfarten	21
Prüfflüssigkeit	24
Prüfintervall	
Kalibrierfrequenz	20
Prüfprotokoll	48
Analysenwaage	48
Dosiergerät.....	48
Justierung.....	48
Messreihen.....	49
Prüfbedingungen	49
Prüfer	48
Prüfspitze	48
Prüfverfahren	49
Reinigung.....	50
Wartung	50
Prüfspitzen	24
Prüfvolumen.....	33
R	
Reference	

Mechanische Kolbenhubpipette.....	14
Messabweichung Fixvolumen.....	59
Messabweichung variables Volumen	60
Reference 2	
Mechanische Kolbenhubpipette.....	14
Messabweichung Fixvolumen.....	61
Messabweichung Mehrkanal- pipette.....	63
Messabweichung variables Volumen	62
Reinigung	16
Repeater	
Mechanische Mehrfachdispenser	14
Repeater E3/E3x	
Elektronische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	53
Repeater M4	
Mechanische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	55
Repeater plus	
Mechanische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	57
Repeater stream	
Elektronische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	58
Repeater Xstream	
Elektronische Mehrfachdispenser	14
Messabweichung.....	58
Research	
Mechanische Kolbenhubpipette.....	14
Messabweichung Fixvolumen.....	64
Messabweichung Mehrkanal- pipette.....	66
Messabweichung variables Volumen	65
Research plus	
Mechanische Kolbenhubpipette.....	14
Messabweichung Fixvolumen.....	67
Messabweichung Konenabstand 4,5 mm.....	69
Messabweichung Konenabstand 9 mm.....	69
Messabweichung Konenabstand fest.....	69
Messabweichung Mehrkanal- pipette	69
Messabweichung variables Volumen	68
Research pro	
Messabweichung Mehrkanal- pipette	71
Messabweichung variables Volumen	70
S	
Standardabweichung	47
T	
Top Buret H	
Mechanische Flaschenaufsatz- bürette.....	15
Messabweichung	72
Top Buret M	
Mechanische Flaschenaufsatz- bürette.....	15
Messabweichung	72
U	
Unterstützte Dosiergeräte.....	14
V	
Varipette	
Messabweichung	73
Varipette + Varitip P	
Mechanische Kolbenhubpipette	14
Varipette + Varitip S-System	
Mechanische Kolbenhubpipette	14
Varispenser	
Mechanische Einzelhubdispenser	15
Messabweichung	74
Varispenser plus	
Mechanische Einzelhubdispenser	15
Messabweichung	75

Verdunstungsschutz 23

X

Xplorer

Messabweichung Mehrkanal-
pipette..... 77
Messabweichung variables
Volumen 76

Xplorer plus

Messabweichung Konenabstand
4,5 mm..... 77
Messabweichung Konenabstand
9 mm..... 77
Messabweichung Konenabstand
fest 77
Messabweichung Mehrkanal-
pipette..... 77
Messabweichung variables
Volumen 76

Evaluate Your Manual

Give us your feedback.
www.eppendorf.com/manualfeedback

Your local distributor: www.eppendorf.com/contact
Eppendorf AG · Barkhausenweg 1 · 22339 Hamburg · Germany
eppendorf@eppendorf.com · www.eppendorf.com