

Unterschiede in der systematischen und zufälligen Messabweichung zwischen der Eppendorf Reference[®] und Pipetten anderer Hersteller

Arthur Neuberger, Kornelia Ewald, Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland

Zusammenfassung

In einer unabhängigen Realstudie wurden auffällige Unterschiede in der Ausprägung von systematischer und zufälliger Messabweichung beim Pipettieren zwischen der Eppendorf Reference und drei Wettbewerbspipetten aufgezeigt. Hierfür wurden jeweils drei Pipetten jedes Herstellers von zwei unabhängigen Anwendern unter standardisierten Bedingungen

kalibriert. Die resultierenden Messabweichungen wurden untereinander, mit den korrespondierenden Herstellerspezifikationen und Spezifikationen gemäß EN ISO 8655 verglichen. Hieraus ging hervor, dass von allen getesteten Pipetten die Eppendorf Reference die niedrigste systematische und zufällige Messabweichung in der Gesamtbetrachtung aufweist.

Einleitung

Messabweichungen beim Pipettieren können von der Pipette selbst oder dem Anwender hervorgerufen werden. Ferner können sie auch das Resultat qualitativ minderwertiger Pipettenspitzen, besonderer physikalischer Eigenschaften der pipettierten Flüssigkeit und einer sich verändernden physikalischen Umwelt sein [1]. Der Einfluss der Pipette selbst betrifft überwiegend die systematische Messabweichung. In dieser können sich beispielsweise Herstellungstoleranzen oder Serienfehler äußern. Daneben kann auch unzureichende Wartung und Reinigung der Pipette zu einer systematischen Messabweichung außerhalb der einzuhaltenen Spezifikationen führen [1]. Im Gegensatz zur systematischen Messabweichung ist die zufällige Messabweichung nahezu ausschließlich vom Anwender beeinflusst und kann beispielsweise aus einem Mangel an Erfahrung mit der Pipette eines bestimmten Herstellers folgen. Klar definierte

Anschläge des Pipettenkolbens und ein unter Einbeziehung moderner ergonomischer Erkenntnisse konstruierter Griff und Bedienknopf einer Pipette sind unter anderem die möglichen Beiträge des Herstellers zur Minimierung der zufälligen Messabweichung [1].

In dieser Studie wurden die Einflüsse von Pipettenspitze, Flüssigkeit und Umwelt auf die Pipettierergebnisse durch eine Reihe von Standardisierungen minimiert. Somit konnte der Fokus auf die Einflussfaktoren gelegt werden, die ausschließlich auf Hersteller und Anwender zurückzuführen sind. Vor diesem Hintergrund wurden Unterschiede in der systematischen und zufälligen Messabweichung zwischen den Eppendorf Reference und drei Wettbewerbspipetten in einer unabhängigen Realstudie ermittelt.

Materialien und Methoden

Vorbereitung

In der Studie wurden variable Luftpolsterpipetten mit einem Nominalvolumen von jeweils 10, 100 und 1000 μL verwendet. Die Pipetten waren neu und wurden als solche direkt vom jeweiligen Hersteller bezogen [2].

Zur Erhöhung der Aussagekraft der Studie wurden je drei Pipetten eines Nominalvolumens eingesetzt. Bei jeder der insgesamt 36 Pipetten wurden jeweils drei Volumeneinstellungen getestet; 100 %, 50 % und 10 % des Nominalvolumens. Die Verwendung der jeweils vom Hersteller für seine Pipetten empfohlenen Herstellerspitzen ermöglichte es, jede Pipette zusammen mit der Spitze als Gesamtsystem zu testen.

Pipetten und Spitzen wurden vor ihrer Benutzung mindestens 2 Stunden im Testlabor äquilibriert.

Materialien

- > Eppendorf Reference Pipetten mit Herstellerspitzen
- > Pipetten des Herstellers B mit Herstellerspitzen
- > Pipetten des Herstellers F mit Herstellerspitzen
- > Pipetten des Herstellers G mit Herstellerspitzen
- > Mettler® Waage Modell AX205 mit Feuchtigkeitsfalle
- > Mettler® Waage Modell MT5 mit Feuchtigkeitsfalle

Ergebnisse und Diskussionen

In den nachfolgenden Diagrammen veranschaulichen die Datenpunkte 1 bis 3 innerhalb des Datensatzes für einen Hersteller die Messabweichung der korrespondierenden Pipetten Nr. 1 bis Nr. 3 unter Bedienung durch Anwender 1. Die Datenpunkte 4 bis 6 zeigen die Messabweichung derselben drei Pipetten in derselben Reihenfolge, jedoch unter Bedienung durch Anwender 2.

Zufällige Messabweichung

Es wurde definiert, dass eine Pipette fehlerhaft war, wenn ein und dieselbe Pipette unter beiden Anwendern außerhalb ihrer Hersteller- bzw. der ISO-Spezifikationen lag. Die zufällige Messabweichung aller Pipetten lag unter Verwendung obiger Definition innerhalb der ISO-Spezifikationen (ISO 8655-2).

Kalibrierung

Bei der Kalibrierung der Pipetten wurde die Methode gemäß ASTM E1154 in allen Einzelheiten befolgt. Diese ist auch mit ISO 8655-6 konform.

1. Eine Feuchtigkeitsfalle wurde auf der Waage platziert und 1 Stunde lang äquilibriert. Ein Gefäß mit einer kleinen Menge deionisiertem Wasser wurde in die Feuchtigkeitsfalle gestellt.
2. Die Pipettenspitze wurde vor jeder Messung 5 Mal befüllt und wieder entleert.
3. Ein Feuchtigkeitstest wurde durch Trieren der Waage unter Simulation einer Probenlieferung durchgeführt. Eine Stoppuhr wurde gestartet und das Gewicht nach 20 ± 5 Sekunden dokumentiert.
4. Es wurden insgesamt 10 Datenpunkte pro Volumen erfasst.
5. Am Ende wurde ein weiterer Feuchtigkeitstest durchgeführt.

Alle Kalibrierungen wurden im Labor von Artel Inc. durchgeführt [2]. Die dabei angewandten Methoden entsprechen der ISO-Norm 17025. Die Kalibrierungen wurden von zwei Anwendern durchgeführt, wobei jeder Anwender jede Pipette kalibrierte.

Die Standardabweichung und das durchschnittlich abgegebene Volumen wurden für jede Pipette berechnet. Hieraus wurde die systematische und zufällige Messabweichung ermittelt.

In Abbildung 1 sind die massiven Messabweichungen mit verschiedenen Pipetten des Herstellers B unter Anwender 2 besonders hervorstechend. Gleichwohl fallen die korrespondierenden Abweichungen unter Anwender 1 wesentlich niedriger aus. Somit kann vermutet werden, dass die hohen Messabweichungen unter Anwender 2 von diesem selbst beeinflusst wurden. Sie könnten Ausdruck einer mangelnden Erfahrung mit Pipetten des Herstellers B sein. Im Gegensatz zu diesem Befund sind die überwiegend hohen Messabweichungen unter beiden Anwendern mit Pipetten des Herstellers F bei 1 μL kritischer zu hinterfragen. Da in diesem Fall beide Anwender relativ hohe zufällige Messabweichungen bei einem Dosiervolumen von 1 μL generieren, ist neben einem Mangel an Erfahrung mit diesem Pipettentyp auch ein Mangel in der Bedienbarkeit und Handhabung bei diesem Dosiervolumen zu vermuten.

Pipetten mit Nominalvolumen 10 μL

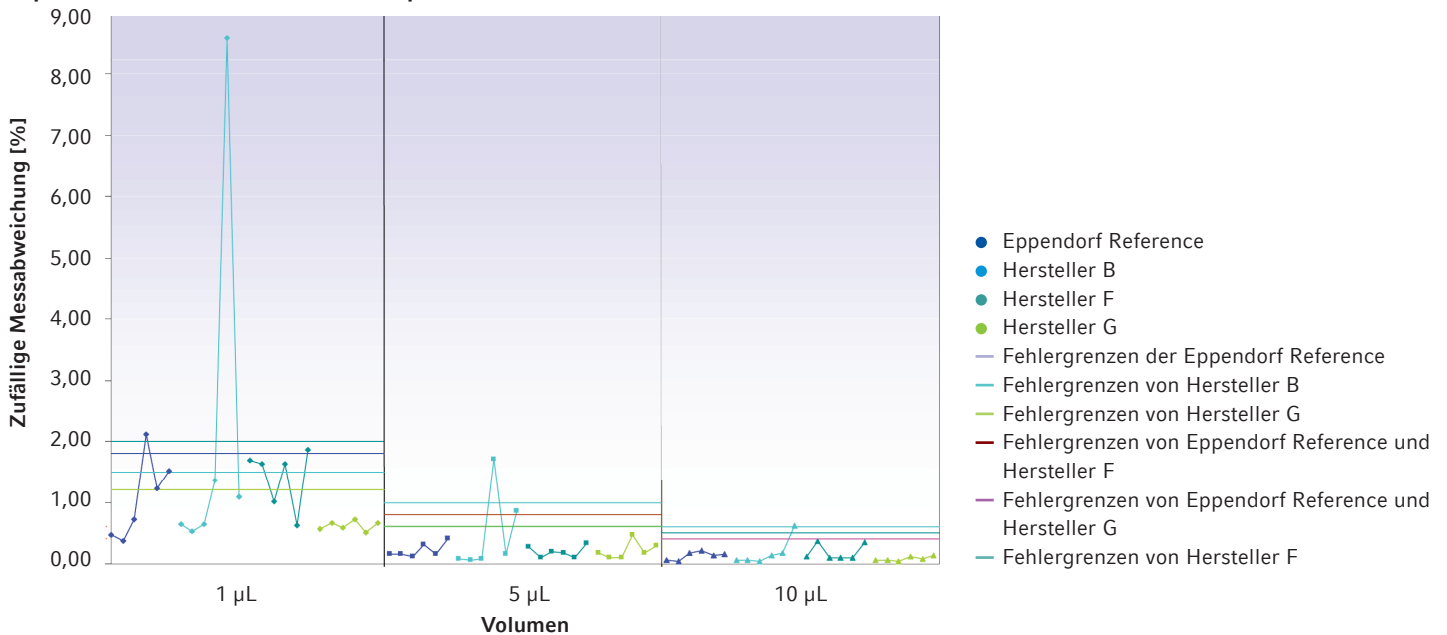


Abbildung 1: Zufällige Messabweichung der Pipetten mit Nominalvolumen 10 μL

Bei einem Dosiervolumen von 1 μL können mit Pipetten des Herstellers G die niedrigsten zufälligen Messabweichungen in der Gesamtbetrachtung erzielt werden. Gleichzeitig liegen diese Messabweichungen relativ eng zusammen.

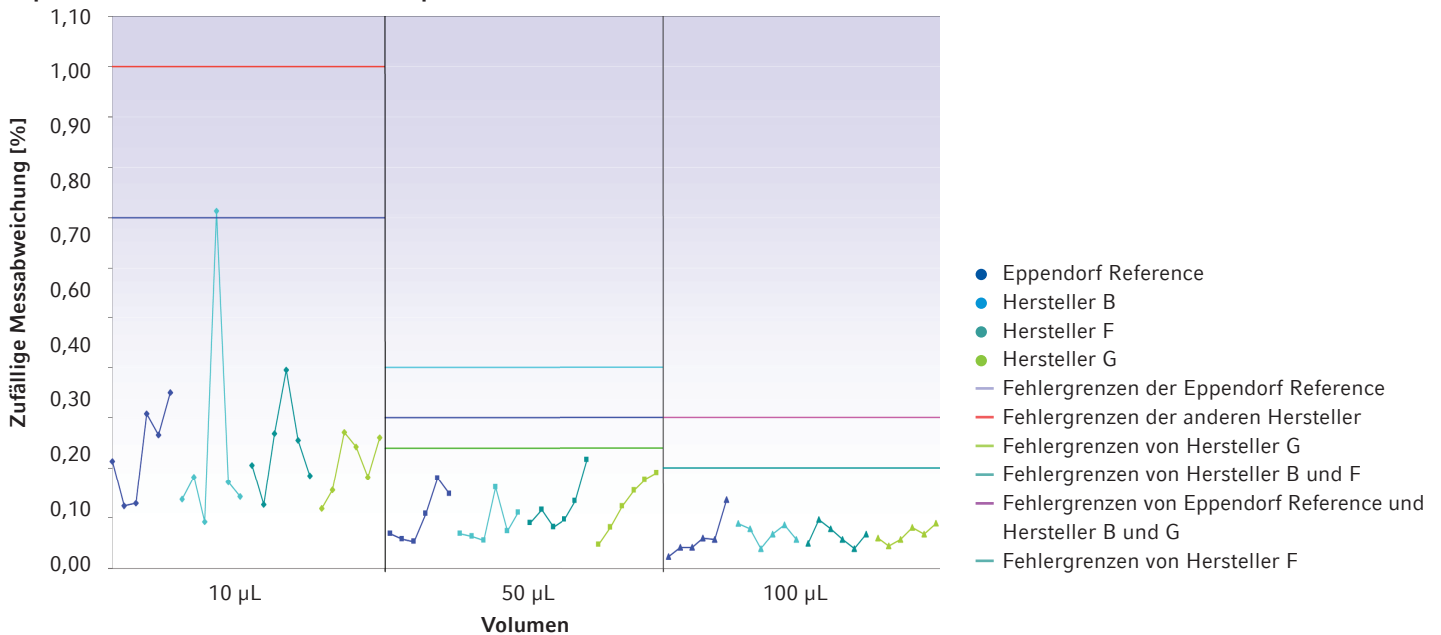
In der absoluten Betrachtung werden die niedrigsten zufälligen Messabweichungen mit der Eppendorf Reference unter Anwender 1 erzielt. Jedoch fallen die korrespondierenden Abweichungen unter Anwender 2 signifikant höher aus. Hier könnte wiederum ein Mangel an Erfahrung im Pipettieren mit der Eppendorf Reference vermutet werden, zumal Anwender 2 mit der Eppendorf Reference auch bei den Dosiervolumina 5 μL und 10 μL tendenziell höhere Abweichungen als Anwender 1 erzielt. Die Pipetten des Herstellers G erweisen sich damit bei dieser Einstellung als die präzisesten unter den getesteten Pipetten, gefolgt von der Eppendorf Reference.

Bei 5 μL bietet die Eppendorf Reference die niedrigsten zufälligen Messabweichungen in der Gesamtbetrachtung, gefolgt von Pipetten der Hersteller F und G.

Vor allem Anwender 1 pipettiert mit den Eppendorf Reference Pipetten Volumina, die jeweils kaum voneinander variieren. Pipetten des Herstellers B zeigen zwar ebenfalls niedrige zufällige Messabweichungen unter Anwender 1, jedoch massive Abweichungen unter Anwender 2, sodass sie sich in einer Gesamtbetrachtung am unpräzisesten verhalten.

Bei 10 μL werden konstant niedrige Messabweichungen unter beiden Anwendern nur mit der Eppendorf Reference und Pipetten des Herstellers G ermöglicht. Wie in der Volumeneinstellung zuvor sticht auch bei dieser eine Pipette des Herstellers B durch eine hohe Messabweichung hervor. Auch Pipetten des Herstellers F zeigen zwei erhöhte Abweichungen bei dieser Einstellung.

Zusammenfassend kann man sagen, dass in der Gesamtbetrachtung aller Ergebnisse die Eppendorf Reference Pipetten zusammen mit denen des Herstellers G die präzisesten unter den Pipetten mit einem Nominalvolumen von 10 μL sind.

Pipetten mit Nominalvolumen 100 μL

Abbildung 2: Zufällige Messabweichung der Pipetten mit Nominalvolumen 100 μL .

Wie bereits in Abbildung 1 fällt auch in Abbildung 2 eine Pipette des Herstellers B durch eine hohe zufällige Messabweichung bei 10 μL auf. Die Abweichungen bei den beiden anderen Pipetten des Herstellers B sind dagegen bei beiden Anwendern gering und ähnlich groß wie bei den anderen Pipettenmodellen.

Bei 50 μL sind die Ergebnisse mit der Eppendorf Reference und Pipetten des Herstellers B unter Anwender 1 am präzisesten. Mit Pipetten des Herstellers F werden dagegen höhere Abweichungen bei beiden Anwendern erzielt. Die höchsten Messabweichungen in der Summe erzielt

Anwender 2 mit Pipetten des Herstellers G. In der Gesamtbetrachtung sind somit Eppendorf Reference Pipetten und die des Herstellers B bei 50 μL am präzisesten. Bei 100 μL erzielt Anwender 1 mit der Eppendorf Reference die präzisesten Ergebnisse. Anwender 2 liegt mit 2 von 3 Eppendorf Reference Pipetten im Durchschnitt der Messabweichungen der anderen Pipetten. Mit einer Pipette erzielt er erhöhte Abweichung.

Alles in allem ist in der Gesamtbetrachtung keine der Pipetten mit 100 μL Nominalvolumen eindeutig präziser als eine der anderen Pipetten.

Pipetten mit Nominalvolumen 1000 μL

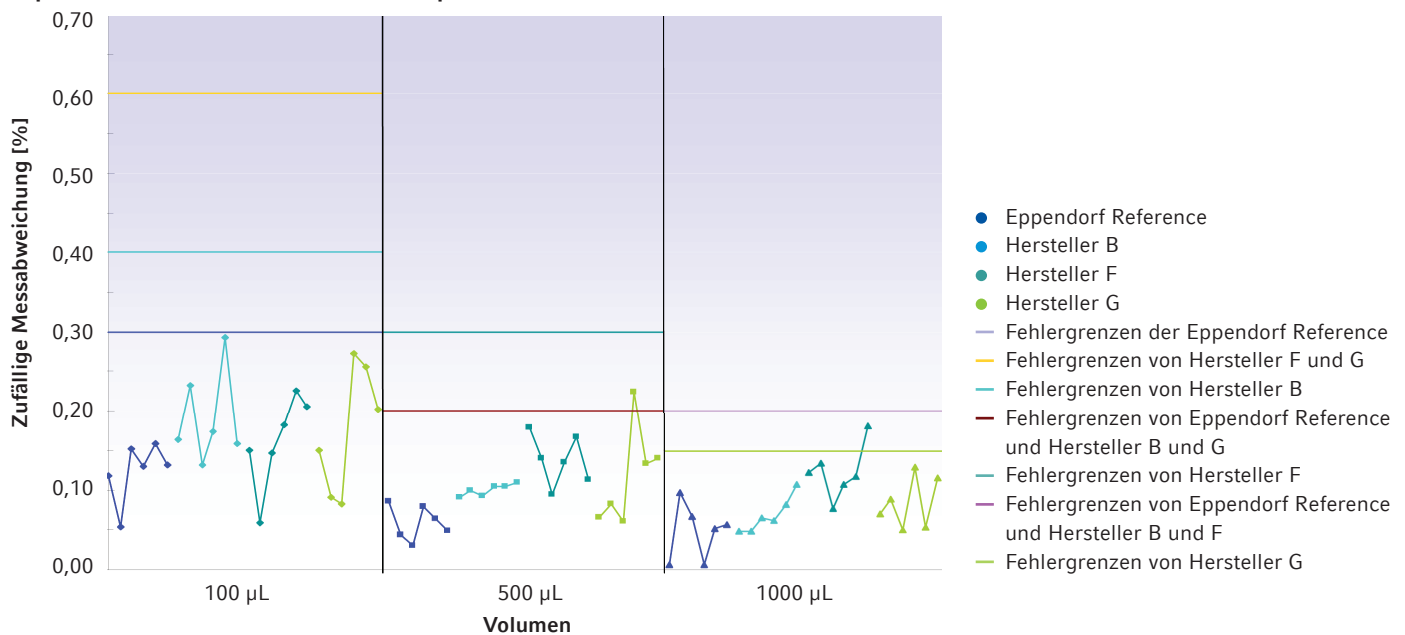


Abbildung 3: Zufällige Messabweichung der Pipetten mit Nominalvolumen 1000 μL .

Bei der Dosierung von 100 μL werden in der Gesamtbetrachtung die präzisesten Ergebnisse mit den Eppendorf Reference Pipetten erzielt, wohingegen von beiden Anwendern deutlich erhöhte Abweichungen vor allem mit Pipetten des Herstellers B generiert werden. Darüber hinaus deuten die hohen Messabweichungen unter beiden Anwendern mit Pipette Nr. 2 des Herstellers B ein konsistent unpräzises Verhalten dieser Pipette an, welches auf die Pipette selbst zurückgeführt werden kann.

Auch bei 500 μL zeigen die Eppendorf Reference Pipetten die niedrigsten zufälligen Messabweichungen in der Gesamtbetrachtung. Die Abweichungen aller anderen Herstellerpipetten liegen bei beiden Anwendern vergleichbar hoch.

Bei einem Volumen von 1000 μL erzielen beide Anwender äußerst präzise Werte mit der Eppendorf Pipette Nr. 1. Die anderen Eppendorf Reference Pipetten zeigen ähnlich wie die Pipetten des Herstellers B eine hohe Präzision. Im Gegensatz dazu erzielen beide Anwender relativ hohe zufällige Messabweichungen mit Pipetten des Herstellers F. Pipetten des Herstellers G liegen dazwischen. Unter den Pipetten mit einem Nominalvolumen von 1000 μL hat somit die Eppendorf Reference die niedrigste zufällige Messabweichung in der Gesamtbetrachtung.

Damit kann man zusammenfassen, dass sich unter den Pipetten mit 1000 μL Nominalvolumen die niedrigste zufällige Messabweichung mit der Eppendorf Reference erzielen lässt.

Systematische Messabweichung

Es wurde definiert, dass ein Herstellungsfehler vorliegt, wenn ein und dieselbe Pipette unter beiden Anwendern außerhalb ihrer Hersteller- bzw. der ISO-Spezifikationen liegt.

Pipetten mit Nominalvolumen 10 μL

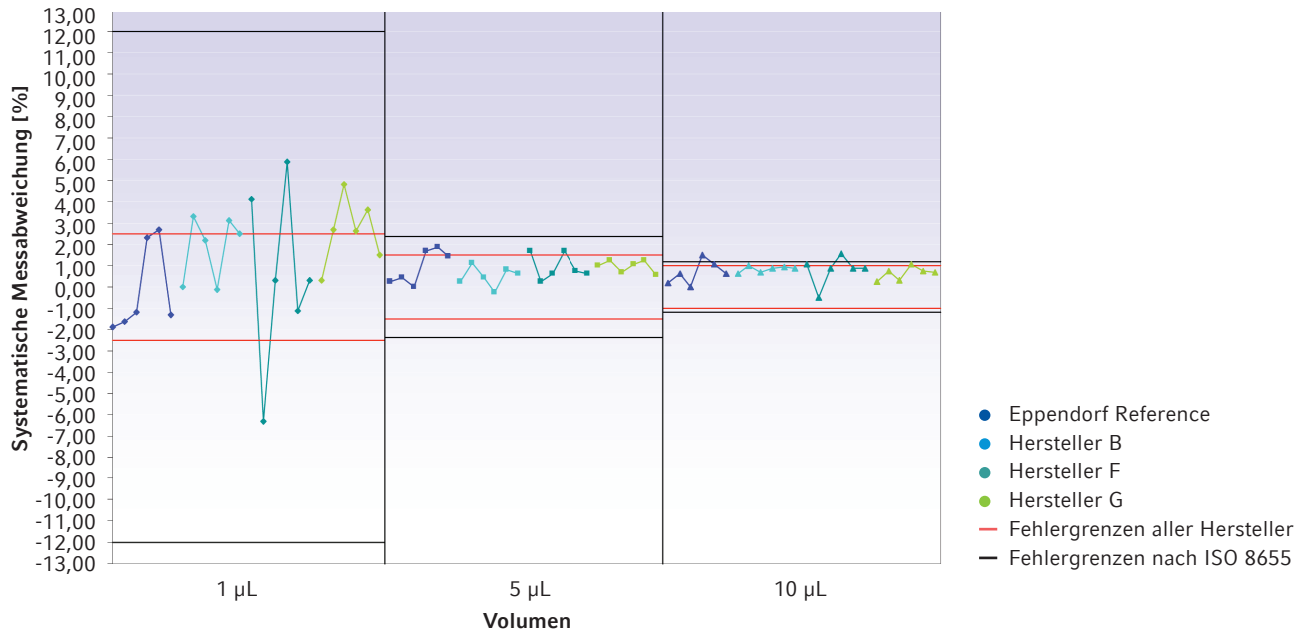


Abbildung 4: Systematische Messabweichung der Pipetten mit Nominalvolumen 10 μL .

Die Hersteller-Spezifikationen für die zulässige systematische Messabweichung sind für alle getesteten Pipetten mit einem Nominalvolumen von 10 μL identisch. Unter allen Herstellern hält nur die Eppendorf Reference die eigenen Spezifikationen so gut wie ein. Pipette Nr. 1 des Herstellers F zeigt hohe Messabweichungen unter beiden Anwendern bei allen drei Volumina und fällt damit insgesamt aus dem normalen Bereich. In der Gesamtbetrachtung liefert die Eppendorf Reference zusammen mit Pipetten des Herstellers B die niedrigsten Messabweichungen bei der Volumeneinstellung 1 μL .

Bei 5 μL sind die Pipetten aller Hersteller vergleichbar präzise. So liegen zwar die Volumina, die mit den Eppendorf Reference Pipetten unter Anwender 1 pipettiert werden, am nächsten am eingestellten Sollwert, jedoch sind die pipettierten Volumina

unter Anwender 2 deutlich ungenauer. Im Durchschnitt vergleichbare Ergebnisse liegen bei Pipetten der Hersteller B, F und G vor, mit Ausnahme der ersten Pipette F (s.o.).

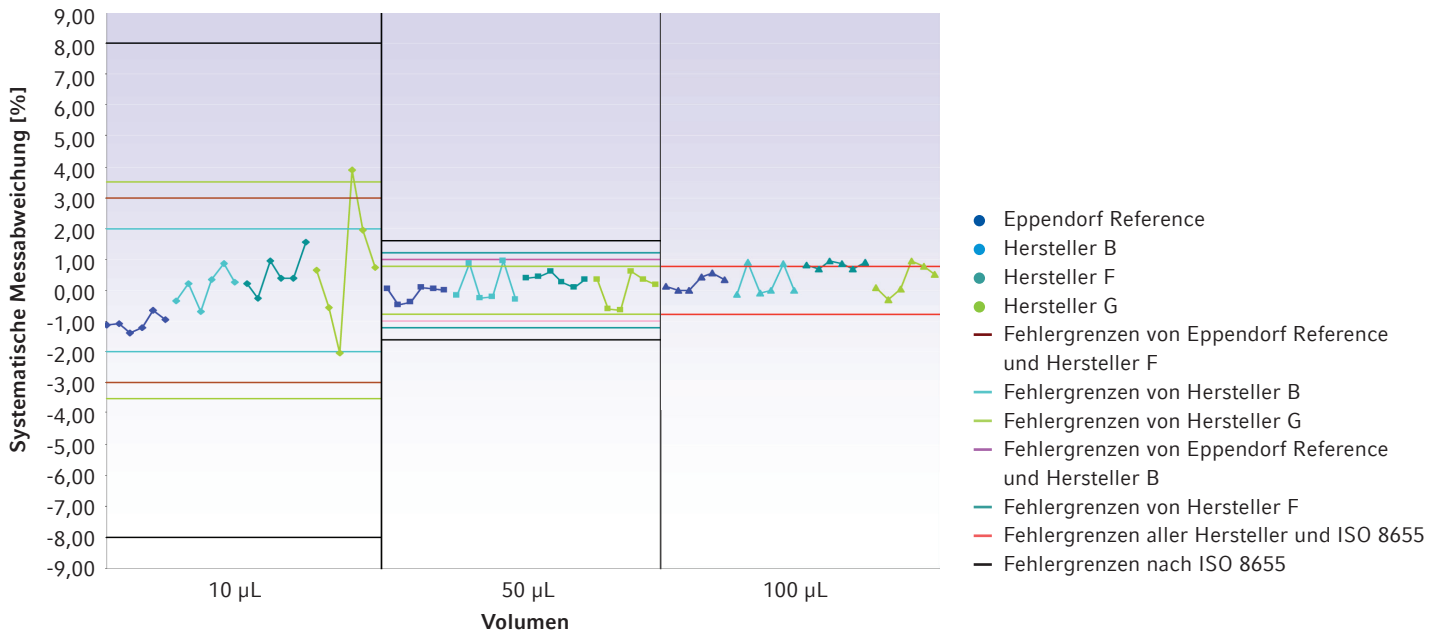
Bei 10 μL liegen die Eppendorf Reference Pipetten und Pipetten des Herstellers G in der Gesamtbetrachtung am nächsten zum Sollwert.

Die Eppendorf Reference liefert bei jeder Volumeneinstellung die insgesamt niedrigsten systematischen Messabweichungen. Gleichzeitig liegt keine der 3 Eppendorf Reference Pipetten unter beiden Anwendern außerhalb der Hersteller-Spezifikationen. Somit lässt sich die niedrigste systematische Messabweichung unter den Pipetten mit 10 μL Nominalvolumen mit der Eppendorf Reference erzielen.

Tabelle 1: Anzahl (Σ) der Pipetten mit 10 μL Nominalvolumen der Hersteller „Eppendorf“, „B“, „F“ und „G“, die außerhalb der Hersteller- bzw. ISO-Spezifikationen für die Systematische Messabweichung bei jeweils 10%, 50% und 100% ihres Nominalvolumens liegen.

Volumeneinstellung	ISO 8655 Spezifikationen	Hersteller-Spezifikationen	Eppendorf	Σ	B	Σ	F	Σ	G	Σ
1 μL	$\pm 12,0\%$	$\pm 2,5\%$		0	1*		1*		1*	
5 μL	$\pm 2,4\%$	$\pm 1,5\%$		0	0		1*		0	
10 μL	$\pm 1,2\%$	$\pm 1,0\%$		0	0		1*		0	

* Dieselbe Pipette

Pipetten mit Nominalvolumen 100 µL

Abbildung 5: Systematische Messabweichung der Pipetten mit Nominalvolumen 100 µL.

Obwohl in der Gesamtbetrachtung beim Dosiervolumen 10 µL die mit Pipetten der Hersteller B und F pipettierten Volumina näher am Sollwert liegen als andere, sind es gleichzeitig die einzigen Pipetten unter allen Herstellern, die in der Gesamtbetrachtung aller Einstellungen von den Hersteller- und ISO-Spezifikationen gleichermaßen abweichen. Bei Hersteller F liegen bei 100 µL zwei von drei Pipetten außerhalb der Hersteller- und ISO-Spezifikationen.

Des Weiteren lassen die signifikant hohen Messabweichungen unter beiden Anwendern mit Pipette Nr. 2 des Herstellers B bei 50 µL und 100 µL ein vom Anwender unabhängiges,

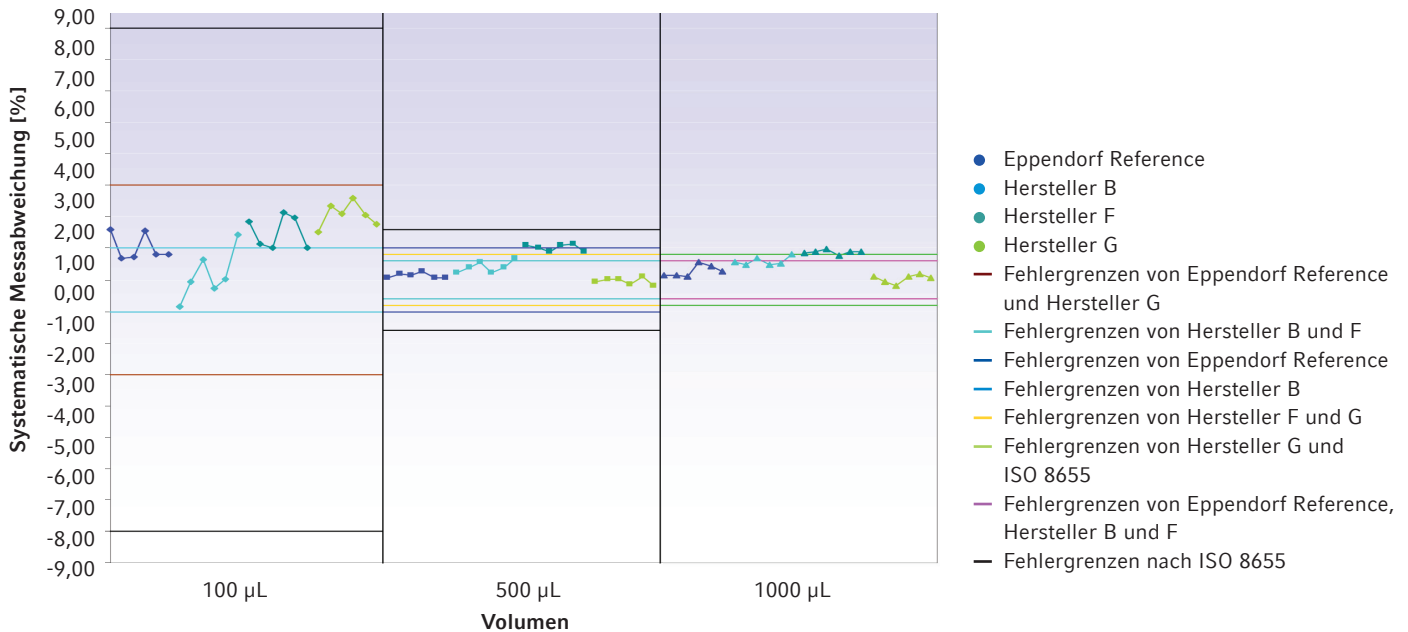
konsistent ungenaues Pipettieren mit dieser Pipette bei den genannten Dosiervolumina vermuten, welches auf die Herstellung beziehungsweise Konstruktion dieser Pipette zurückgeführt werden könnte. Bei 50 µL und 100 µL liefert die Eppendorf Reference in der Gesamtbetrachtung die genauesten Ergebnisse.

Es lässt sich damit zusammenfassen, dass die Eppendorf Reference unter allen getesteten Pipetten mit 100 µL Nominalvolumen diejenige mit der niedrigsten systematischen Messabweichung ist.

Tabelle 2: Anzahl (Σ) der Pipetten mit 100 µL Nominalvolumen der Hersteller „Eppendorf“, „B“, „F“ und „G“, die außerhalb der Hersteller- bzw. ISO-Spezifikationen für die Systematische Messabweichung bei jeweils 10%, 50% und 100% ihres Nominalvolumens liegen.

Volumen einstellung	ISO 8655 Spezifikationen	Eppendorf		B		F		G	
		Spezifikationen	Σ	Spezifikationen	Σ	Spezifikationen	Σ	Spezifikationen	Σ
10 µL	± 8,0%	± 3,0%	0	± 2,0%	0	± 3,0%	0	± 3,5%	0
50 µL	± 1,6%	± 1,0%	0	± 1,0%	0	± 1,2%	0	± 0,8%	0
100 µL	± 0,8%	± 0,8%	0	± 0,8%	1*	± 0,8%	2*	± 0,8%	0

* Dieselbe Pipette

Pipetten mit Nominalvolumen 1000 µL

Abbildung 6: Systematische Messabweichung der Pipetten mit Nominalvolumen 1000 µL.

Bei 100 µL liegen die mit Pipetten des Herstellers B pipettierten Volumina zwar näher am eingestellten Sollwert als andere Herstellerpipetten, zeigen jedoch zusammen mit Pipetten des Herstellers F die höchsten systematischen Messabweichungen bei 500 µL und 1000 µL. Die Pipetten der Hersteller B und F sind damit in der Gesamtbetrachtung aller Einstellungen die ungenauesten unter den getesteten Pipetten, wobei die Pipetten des Herstellers F bei allen Einstellungen noch signifikant ungenauer sind als die des Herstellers B. Des Weiteren liegt die Pipette Nr. 3 des Herstellers B außerhalb der Hersteller-Spezifikation für 1000 µL.

Es ist zu vermerken, dass alle drei Pipetten des Herstellers F bei allen drei Einstellungen außerhalb der Hersteller-Spezifikationen liegen. Ferner ist festzustellen, dass alle drei Pipetten bei 1000 µL auch außerhalb der ISO-Spezifikationen liegen. Dies stellt insofern ein anomales Verhalten der Hersteller F

Pipetten mit Nominalvolumen 1000 µL dar, als dass diese mit einer Ungenauigkeit behaftet sind, welche auf die Herstellung beziehungsweise Konstruktion dieser Pipetten zurückgeführt werden kann.

Pipetten des Herstellers G liegen am nächsten zum Sollwert bei 1000 µL, liefern aber bei 100 µL die ungenauesten Ergebnisse von allen Pipetten. Bei 500 µL haben die Eppendorf Reference Pipetten und die des Herstellers G die niedrigsten Messabweichungen.

Aus dem Vergleich der diversen Abweichungen in der Genauigkeit, die in unterschiedlicher Intensität bei Pipetten aller Hersteller vorliegen, lässt sich erkennen, dass in der Gesamtbetrachtung die Eppendorf Reference die niedrigste systematische Messabweichung unter den Pipetten mit 1000 µL Nominalvolumen erzeugt.

Tabelle 3: Anzahl (Σ) der Pipetten mit 1000 µL Nominalvolumen der Hersteller „Eppendorf“, „B“, „F“ und „G“, die außerhalb der Hersteller- bzw. ISO-Spezifikationen für die Systematische Messabweichung bei jeweils 10%, 50% und 100% ihres Nominalvolumens liegen.

Volumen-einstellung	ISO 8655 Spezifikationen	Eppendorf		B		F		G	
		Spezifikationen	Σ	Spezifikationen	Σ	Spezifikationen	Σ	Spezifikationen	Σ
100 µL	± 8,0%	± 3,0%	0	± 1,0%	0	± 1,0%	3*	± 3,0%	0
500 µL	± 1,6%	± 1,0%	0	± 0,6%	0	± 0,8%	3*	± 0,8%	0
1000 µL	± 0,8%	± 0,6%	0	± 0,6%	1*	± 0,6%	3*	± 0,8%	0

* Dieselbe Pipette

Fazit

Die Eppendorf Reference ist im Vergleich zu den getesteten Wettbewerbspipetten diejenige, die ausnahmslos sowohl ihre eigenen als auch die ISO-Spezifikationen einhält und zugleich die niedrigste systematische Messabweichung aufweist. Während unter den Pipetten mit einem Nominalvolumen von 100 µL keine großen Unterschiede festzustellen sind,

liefert die Eppendorf Reference unter den 1000 µL Pipetten die niedrigste zufällige Messabweichung. Auch unter den Pipetten mit einem Nominalvolumen von 10 µL bietet die Eppendorf Reference zusammen mit Pipetten des Herstellers G die niedrigste zufällige Messabweichung.

Literatur

- [1] Ewald, K. Dosiersysteme im Labor – Technologie und Anwendung. München: Verlag Moderne Industrie; 2005.
 [2] Bericht von ARTEL (Corporate Headquarters) für Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland

Bestellinformationen

Eppendorf Reference® (variabel)

Volumenbereich	Volumen	Systematische Messabweichung	Zufällige Messabweichung	Bestell-Nr.
Dosierknopf dunkelgrau für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen				
0,1–2,5 µL	0,25 µL	±12,0%	≤6,0%	4910 000.085
	1,25 µL	±2,5%	≤1,5%	
	2,5 µL	±1,4%	≤0,7%	
Dosierknopf grau für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 20 µL				
0,5–10 µL	1 µL	±2,5%	≤1,8%	4910 000.018
	5 µL	±1,5%	≤0,8%	
	10 µL	±1,0%	≤0,4%	
2–20 µL	2 µL	±3,0%	≤2,0%	4910 000.026
	10 µL	±1,0%	≤0,5%	
	20 µL	±0,8%	≤0,3%	
Dosierknopf gelb für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 200 µL und 300 µL				
2–20 µL	2 µL	±5,0%	≤1,5%	4910 000.034
	10 µL	±1,2%	≤0,6%	
	20 µL	±1,0%	≤0,3%	
10–100 µL	10 µL	±3,0%	≤0,7%	4910 000.042
	50 µL	±1,0%	≤0,3%	
	100 µL	±0,8%	≤0,15%	
50–200 µL	50 µL	±1,0%	≤0,3%	4910 000.093
	100 µL	±0,9%	≤0,3%	
	200 µL	±0,6%	≤0,2%	
Dosierknopf blau für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 1.000 µL				
100–1.000 µL	100 µL	±3,0%	≤0,3%	4910 000.069
	500 µL	±1,0%	≤0,2%	
	1.000 µL	±0,6%	≤0,2%	
Dosierknopf rot für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 2.500 µL				
500–2.500 µL	500 µL	±1,5%	≤0,3%	4910 000.077
	1.000 µL	±0,8%	≤0,2%	
	2.500 µL	±0,6%	≤0,2%	

Die Daten für systematische und zufällige Messabweichungen gelten nur bei Verwendung von Eppendorf epT.I.P.S. Pipettenspitzen.

Bestellinformationen
Eppendorf Reference® (Fixvolumen)

Volumen	Systematische Messabweichung	Zufällige Messabweichung	Bestell-Nr.
Dosierknopf grau für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 20 µL			
1 µL	±2,5%	≤1,8%	4900 000.010
2 µL	±2,0%	≤1,2%	4900 000.028
5 µL	±1,5%	≤0,8%	4900 000.036
10 µL	±1,0%	≤0,5%	4900 000.044
Dosierknopf gelb für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 200 µL			
10 µL	±1,0%	≤0,5%	4900 000.109
20 µL	±0,8%	≤0,3%	4900 000.117
25 µL	±0,8%	≤0,3%	4900 000.150
50 µL	±0,7%	≤0,3%	4900 000.125
100 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.133
Dosierknopf blau für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 1.000 µL			
200 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.508
250 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.540
500 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.516
1.000 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.524
Dosierknopf rot für epT.I.P.S.® Pipettenspitzen 2.500 µL			
1.500 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.923
2.000 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.907
2.500 µL	±0,6%	≤0,2%	4900 000.915

Die Daten für systematische und zufällige Messabweichungen gelten nur bei Verwendung von Eppendorf epT.I.P.S. Pipettenspitzen.

Your local distributor: www.eppendorf.com/worldwide

Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH · Deutschland · Tel: +49 2232 418-0 · Fax: +49 2232 418-155 · E-mail: vertrieb@eppendorf.de

Eppendorf Austria GmbH · Österreich · Tel: +43 1 89013 64-0 · Fax: +43 1 890 13 64-20 · E-mail: office@eppendorf.at

Vaudaux-Eppendorf AG · Schweiz · Tel: +41 61 482 1414 · Fax: +41 61 482 1419 · E-mail: vaudaux@vaudaux.ch

Application Support Tel: +49 1803 666 789 (Preis je nach Tarif im Ausland; 9 ct/min aus dem dt. Festnetz; Mobilfunkhöchstpreis 42 ct/min)

E-mail: support@eppendorf.com

www.eppendorf.com

Mettler® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Mettler-Toledo, LLC./Mettler group. eppendorf® und Eppendorf Reference® und epT.I.P.S.® sind eingetragene Marken der Eppendorf AG.
Alle Rechte vorbehalten, inkl. Bilder und Grafiken. Copyright © 2012 by Eppendorf AG
Order no.: AU045010/DE1/WEB/1012/NEUH