

Applications

Note 211 | April 2009

Technical Report

Dosierung von Flüssigkeiten mit hoher Viskosität

Ulrike Gast, Ines Hartmann
Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland

Zusammenfassung

Viskose Flüssigkeiten (z. B. Glycerol) stellen aufgrund ihrer zu Wasser unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften besondere Anforderungen an ein Dosiersystem. Dabei spielt die Größe des Luftpolsters zwischen Kolben und Flüssigkeitsoberfläche eine bedeutende Rolle. Mit einem Direktverdrängersystem wie der Multipette® können auch hochviskose Flüssigkeiten so präzise dosiert werden wie Wasser. Die im Markt erhältlichen elektronischen Direktverdränger unterscheiden sich in der höchsten dosierbaren Viskosität. Dabei spielen die Faktoren Größe der Dispenser-Spitze, Viskosität der Flüssigkeit und gewählte Aufnahme- bzw. Abgabegeschwindigkeit eine wichtige Rolle.

Einleitung

Problemflüssigkeiten im Labor

Die Anwendungen in modernen Laboratorien – sowohl in Forschungslabors wie auch in der Routine – erfordern in wachsendem Maß die Handhabung von Flüssigkeiten, die sich in ihren physikalischen Eigenschaften von Wasser unterscheiden. Vorrangig spielen dabei folgende Faktoren eine wesentliche Rolle [1]:

- veränderte Dichte (z. B. Schwefelsäure),
- veränderter Dampfdruck (z. B. Aceton),
- veränderte Oberflächenspannung (z. B. detergenzhaltige wässrige Lösungen),
- erhöhte Viskosität (z. B. Glycerol).

Luftpolster-Pipetten werden vom Hersteller nach ISO 8655 [2] auf die Dosierung von Wasser eingestellt. Eine Dosierung von Flüssigkeiten mit abweichenden physikalischen Eigenschaften ist (trotz hoher Präzision der Pipette bei Wasser) meist fehlerhaft. Dabei steigt der Dosierfehler, charakterisiert durch systematische und zufällige Messabweichung, mit zunehmender Differenz der physikalischen Eigenschaften von Wasser. So müssen Pipetten zur Aufrechterhaltung der Präzision entweder justiert werden (z. B.

bei abweichender Dichte), oder die Arbeitstechnik muss an die Erfordernisse der zu dosierenden Flüssigkeiten angepasst werden [3]. In Bezug auf das Pipettieren von z. B. viskosen Flüssigkeiten spielen dabei vor allem eine langsame Arbeitsgeschwindigkeit sowie reverses Pipettieren eine Rolle. Beim reversen Pipettieren wird der Hubknopf bei der Flüssigkeitsaufnahme ganz heruntergedrückt und die Flüssigkeit mit Überhub aufgenommen. Die Abgabe erfolgt hingegen nur durch Betätigung des normalen Hubs, d. h. der Hubknopf wird nur bis zum ersten „Stop“ heruntergedrückt und es verbleibt ein Flüssigkeitsrest in der Spitze [4]. Diese Vorkehrungen sind jedoch nur bei Flüssigkeiten mit geringer Abweichung der physikalischen Eigenschaften von Wasser ausreichend (z. B. Verdünnungen). In den meisten Fällen können eine Anpassung der Pipettiertechnik oder eine Justage eine mit Wasser vergleichbare Präzision nicht gewährleisten. Hier ist es sinnvoll, auf ein Dosiersystem mit Luftpolster-Prinzip (Pipetten) zu verzichten und stattdessen ein Dosiersystem mit Direktverdränger-Prinzip (Dispenser oder Direktverdränger-Pipetten) einzusetzen.

Viskose Flüssigkeiten

Viskosität ist eine Eigenschaft, die auf die innere Reibung einer Flüssigkeit zurückzuführen ist. Die Viskosität von Flüssigkeiten wird als dynamische oder als kinematische Viskosität charakterisiert. Die Angabe der kinematischen Viskosität erfolgt als $[m^2/s]$ bzw. Centistokes $[cSt]$. Die dynamische Viskosität wird nach SI unit (International System of Units) in $[mPa*s]$ oder nach CGS (Centimeter-Gram-Second-System) als Poise $[P]$ bzw. Centipoise $[cP]$ angegeben. Dabei ist $1 mPa*s = 1 cP$. Kinematische und dynamische Viskosität können unter Berücksichtigung der Dichte ineinander umgerechnet werden [5]. Die Viskosität

einer Flüssigkeit wird erheblich durch die Temperatur beeinflusst. Sinkt die Temperatur, so steigt die Viskosität, der Stoff wird „zähflüssiger“. Wie stark dieser Einfluss ist, zeigen die Angaben zur Viskosität von 100 % Glycerol bei verschiedenen Temperaturen (siehe Tab. 1). Im Allgemeinen ist der Umgang mit Viskositätsangaben im Labor nicht geläufig und die Viskosität von zu dosierenden Flüssigkeiten (v. a. bei Verdünnungen) unbekannt. Um eine grobe Einschätzung der Größenordnungen zu ermöglichen, sind in Tab. 1 die dynamischen Viskositäten verschiedener Stoffe angegeben.

Tabelle 1: Dynamische Viskositäten verschiedener Medien

Medium	Temperatur [°C]	Dynamische Viskosität $[mPa*s]$
Milch	20	2
Rapsöl	20	60
Olivenöl	20	107,5
Flüssigseife (hier: eco-clean)	20	600–1.000
Abbeizmittel	20	5.000
Dispersionsfarben (hier: maxit, Dinova®)	20	13.000–20.000
Holzlasur (hier: Mega Holzlasur ML)	23	200
Terpentin	20	1,46
Petroleum	20	0,65
Motorenöl	20	100–600
Chloroform	20	0,56
Glycerol 100 %	20	1.410
Glycerol 100 %	10	3.900
Glycerol 100 %	0	12.070
PEG-200 (MW 190–210)	25	50
PEG-300 (MW 280–320)	25	70
PEG-400 (MW 380–420)	25	90
PEG-600 (MW 570–630)	25	135
Tween® 20	25	250–450
Triton® X-100	25	240

Hinweis: Bei den Angaben handelt es sich um Richtwerte. Die Viskosität kann jeweils bedingt durch die Auf- und Zubereitungen der Medien abweichen.

Eine in Laboratorien vielfach eingesetzte Flüssigkeit hoher Viskosität ist Glycerol (IUPAC: Propane-1,2,3-triol). Diese Substanz zeichnet sich durch eine bei steigender Konzentration exponentielle Zunahme der Viskosität aus (Abb. 1) [6]. Ihre physikalischen Eigenschaften sind in Tab. 2 dargestellt.

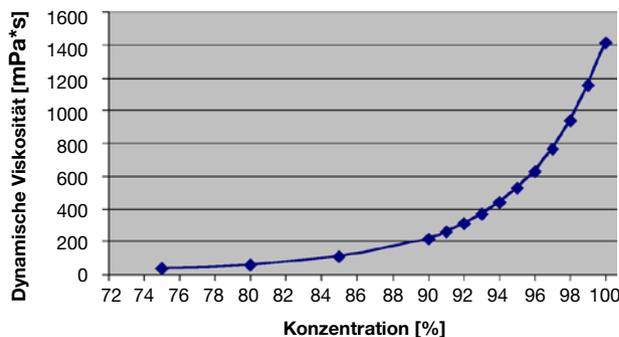


Abbildung 1: Zusammenhang von Konzentration und Viskosität bei 75 % bis 100 % Glycerol, 20 °C [6]

Tabelle 2: Physikalische Eigenschaften von Wasser und 100 % Glycerol bei 20 °C

Physikalische Eigenschaft	Wasser (bidestilliert)	100 % Glycerol
Dichte	1 g/cm ³	1,26 g/cm ³
Dampfdruck	23 hPa	< 0,001 hPa
Viskosität	1 mPa*s	1410 mPa*s

Bei Verwendung einer Luftpolster-Pipette zur Dosierung von hochprozentigem Glycerol kann selbst nach Justage und unter Berücksichtigung einer angepassten Pipettier-technik (sehr langsame Arbeitsgeschwindigkeit, reverses Pipettieren) ein erheblicher Dosierfehler auftreten. Dieser wird weniger durch die erhöhte Dichte des Glycerol verursacht, sondern vor allem durch eine verringerte Fließdynamik. So bilden sich beim Ansaugen meist Luftblasen im aufgenommenen Volumen, bei der Abgabe verbleibt ein Film in der Spitze. Direktverdränger haben aufgrund des in die Spitze integrierten Kolbens nicht nur ein stark reduziertes Luftpolster (deutliche Reduktion der durch Luftpolster hervorgerufenen Dosierfehler), auch der Kolben sorgt für eine präzise Abgabe der Flüssigkeit durch Ausschluss einer Retention von Flüssigkeit an der Spitzenwandung.

Auf diese Weise kann selbst bei hochprozentigen Glycerol-Lösungen im Vergleich zu Luftpolster-Pipetten mit hoher Präzision dosiert werden. Eine Verwendung von elektronischen Dispensiergeräten hat darüber hinaus den Vorteil, dass aufgrund der motorgesteuerten Kolbenbewegung

die Arbeitsgeschwindigkeit stets gleich bleibt. Dies spielt besonders bei Dosierung hochviskoser Lösungen eine Rolle, da hier die Präzision empfindlich gegenüber zu schnellen sowie wechselnden Arbeitsgeschwindigkeiten ist. Auch im Sinne des Ergonomie-Gedankens ist die Verwendung von elektronischen Dispensiergeräten vorteilhaft, da durch die verringerte Fließdynamik von viskosen Flüssigkeiten ein erhöhter Kraftaufwand zur Aufnahme und Abgabe notwendig ist. Dieser wird bei elektronischen Dispensiergeräten durch die Motorisierung nicht an den Anwender weitergegeben.

Die vorliegende Publikation beschreibt den bei der Dosierung von Flüssigkeiten hoher Viskosität hilfreichen Effekt eines reduzierten Luftpolsters (Direktverdränger) im Vergleich zur Luftpolster-Pipette mit und ohne angepasster Pipettier-technik (revers Pipettieren, sehr langsame Arbeitsgeschwindigkeit). Weiterhin wird die Dosierbarkeit von unterschiedlichen Glycerol-Konzentrationen mit den am Markt angebotenen elektronischen Handdispensern dargestellt. Ziel dieser Untersuchung ist es, die mit diesen Geräten maximal dispensierbare Viskosität zu ermitteln.

Material und Methoden

Alle Dosierungen erfolgten in Anlehnung an ISO 8655 [2] bzw. die Eppendorf SOP [7]. Es wurden stets Geräte zusammen mit Spitzen vom selben Hersteller verwendet. Zur Herstellung der unterschiedlichen Viskositäten wurde 99,6 % Glycerol (Fa. Fluka, Lot Nr.: 1344661, Filling Code:

53507327) mit destilliertem Wasser verdünnt und die entsprechenden Viskositäten mit einem Stabinger-Viskosimeter ermittelt: 75 % (43,95 mPa*s), 85 % (121,7 mPa*s), 90 % (227,0 mPa*s), 92 % (291,5 mPa*s), 94 % (392,6 mPa*s), 96 % (530,6 mPa*s), 98 % (712,1 mPa*s), 99,6 % (835,8 mPa*s).

Dosierung von 90 % Glycerol mit Pipette und Handdispensern:

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die Pipetten Eppendorf Reference® 100 µl fix (Spitzengröße: 20–200 µl) und Eppendorf Research® 100–1000 µl (Spitzengröße 50–1000 µl) sowie die Direktverdränger Eppendorf Multipette® plus (manuell) und Eppendorf Multipette Xstream (elektronisch) mit jeweils 1 ml Eppendorf Combipip® plus verwendet. Beide Luftpolster-Pipetten wurden zum Pipettieren von 90 % Glycerol auf die Dosierung von 100 µl dieser Chemikalie justiert. Bei allen manuellen Geräten wurde auf eine sehr langsame Arbeitsgeschwindigkeit geachtet, um ein vollständiges Aufsteigen der Glycerol-Lösung in die Spitze sowie eine korrekte Abgabe zu gewährleisten. Die Multipette Xstream wurde bei einer mittleren Kolbengeschwindigkeit (Stufe 5) verwendet. Die Messungen erfolgten mit einer Analysenwaage (Fa. Sartorius AG, Typ Genius ME215-P). Um während der Messungen die Verdunstung von Prüflüssigkeit im Wäagegefäß zu verringern, wurde eine Feuchtigkeitsfalle (Fa. Sartorius AG, im Rahmen des Pipettenkalibrierset YCP03-1) eingesetzt. Die Temperatur im Messraum betrug 20 °C, für die Messung wurden Pipettenspitzen 5x vorbefeuchtet, Dispenserspitzen 1x. Zur Bestimmung der systematischen und zufälligen Messabweichung erfolgten jeweils 10 Dosierungen von je 100 µl. Aus den so gewonnenen Messwerten wurden anschließend unter Berücksichtigung des Z-Faktors die Messabweichungen berechnet [7]. Dabei wurde die Kalibrations-Software PICASO, Version 2.2, von Eppendorf verwendet.

Elektronische Handdispenser: Maximal dosierbare Viskosität

Für die Untersuchung der maximal dosierbaren Viskosität wurden vier verschiedene elektronische Dispenser verwendet: Multipette Xstream (Software: Main: 02.03.00, Motor: 01.11.21), sowie Geräte von anderen Anbietern (A, B, C). Um eine höchstmögliche Belastung der Geräte zu erzielen, wurden sie als Pipette verwendet und das jeweils maximal mögliche Volumen aufgenommen/abgegeben (keine Dosierung von Teilvolumina). Die Dosierungen erfolgten jeweils bei niedrigster, mittlerer und höchster Kolben-Geschwindigkeit. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Geschwindigkeiten zwischen den Geräten der einzelnen Anbieter – vor allem im niedrigsten Geschwindigkeitsbereich – unterscheiden. Im Gegensatz zur Multipette Xstream mit 10 Geschwindigkeitsstufen verfügten die Dispenser der Anbieter A, B und C nur über drei Geschwindigkeiten. Aus diesem Grund musste auf eine präzisere Berücksichtigung der Kolben-Geschwindigkeiten verzichtet werden. Mit Ausnahme von Anbieter C (keine Produktion von sterilen Spitzen) erfolgten alle Messungen unter Verwendung sterilisierter Dispenserspitzen, da bestrahlte Ware in der Regel eine leicht erhöhte Reibung des Kolbens im Zylinder aufweist. Die Dispenserspitzen wurden ein Mal vorbefeuchtet. Danach erfolgten jeweils drei Dosierungen. Nur wenn alle drei Dosierungen ohne Fehleranzeige möglich waren, wurde die entsprechende Kombination der Faktoren Dosiervolumen/Spitzengröße/Viskosität/Kolben-Geschwindigkeit als anwendbar erachtet. Die Temperatur im Messraum lag zwischen 23,0 °C und 24,0 °C.

Ergebnisse und Diskussion

1.1 Dosierung von 90 % Glycerol und destilliertem Wasser mit Luftpolster-Pipetten

In dieser Untersuchung wurden 100 µl einer 90 %igen Glycerol-Lösung mit einer 100 µl Pipette (Eppendorf Reference®) sowie einer 100–1000 µl Pipette (Eppendorf Research®) vorgenommen. Um den Unterschied zwischen den Pipettier-techniken festzustellen, erfolgten die Dosierungen mittels „vorwärts Pipettieren“ und „revers Pipettieren“. Zum Vergleich wurde zusätzlich mit einer 100 µl Reference-Pipette bei normaler Pipettier-technik eine Dosierung mit destilliertem Wasser vorgenommen. Abb. 2 gibt die Ergebnisse bei Dosierung mit der 100 µl Reference-Pipette wieder,

während in Abb. 3 die Ergebnisse der Dosierung mit der 100–1000 µl Research-Pipette dargestellt sind. Aus beiden Grafiken wird ersichtlich, dass es bei der Dosierung von hochprozentigem Glycerol mit Luftpolster-Pipetten – im Gegensatz zur Dosierung von Wasser – zu starken Schwankungen der Messwerte kommt. Dabei sind die Schwankungsbreiten unabhängig vom Pipettentyp (Fixvolumen bzw. variable Pipette), sondern werden hauptsächlich durch die Viskosität der Flüssigkeit sowie durch die Größe des Luftpolsters zwischen Kolben und Flüssigkeitsoberfläche hervorgerufen.

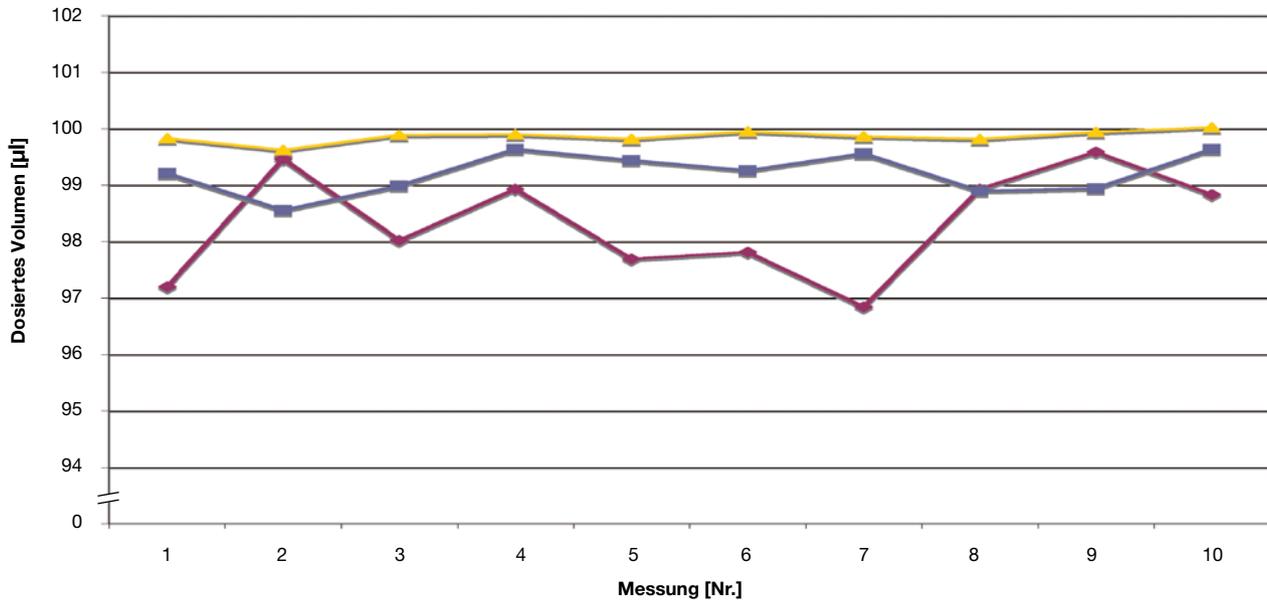


Abbildung 2: Dosierung von 90 % Glycerol und destilliertem Wasser mit einer Luftpolster-Pipette (Reference fix). Dosierte Volumen: 100 µl. Verwendete Spitzengröße: 20–200 µl. Legende: FP = vorwärts pipettiert; RP = revers pipettiert.

■ FP Reference 100 µl fix
 ■ RP Reference 100 µl fix
 ■ FP Reference 100 µl fix A. dest.

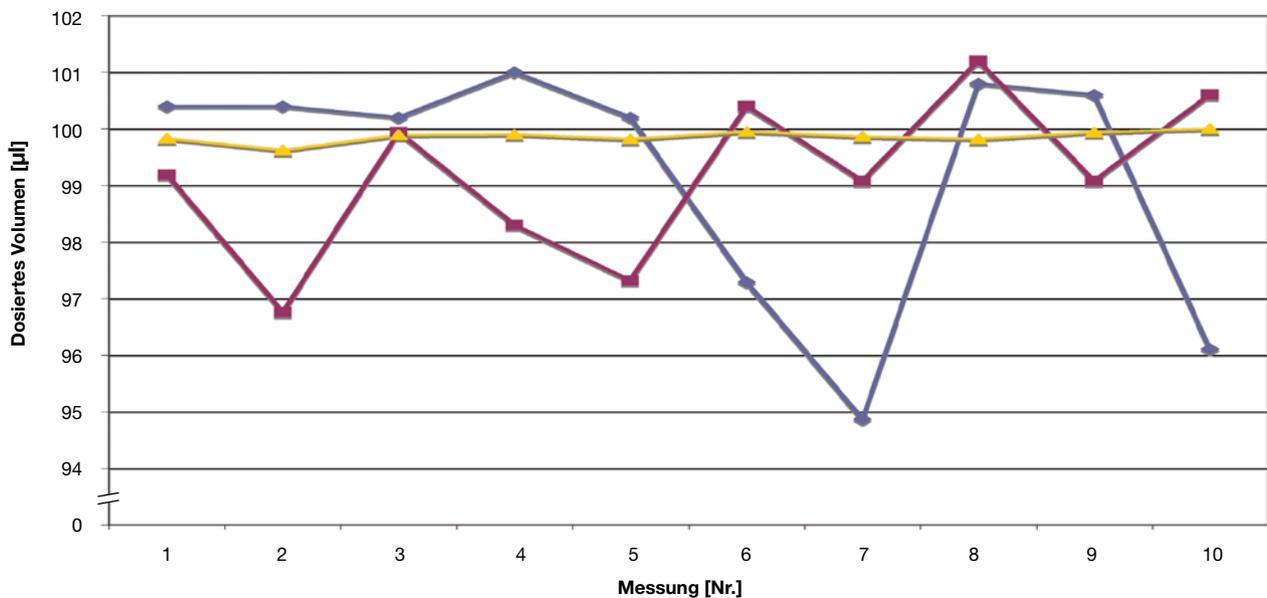


Abbildung 3: Dosierung von 90 % Glycerol (Research variabel 100–1000 µl, verwendete Spitze: 50–1000 µl) und destilliertem Wasser (Reference fix 100 µl, verwendete Spitze: 20–200 µl). Dosierte Volumen: 100 µl. Legende: FP = vorwärts pipettiert; RP = revers pipettiert.

■ FP Reference 100–1000 µl
 ■ RP Reference 100–1000 µl
 ■ FP Reference 100 µl fix A. dest.

So macht ein Vergleich der Dosierfehler bei Verwendung von 20–200 µl-Spitzen und 50–1000 µl-Spitzen (Abb. 2 und 3) den Einfluss der Luftpolstergöße auf die Pipettier-Genauigkeit deutlich: Bei normalem und reversem Pipettieren treten bei der 1000 µl-Spitze größere Schwankungen auf als bei der kleineren 200 µl-Spitze. Dies liegt vorrangig an dem bei der 1000 µl-Spitze größeren Luftvolumen zwischen Flüssigkeitsoberfläche und Kolben. Dieses Ergebnis wird durch die aus den dargestellten 10 Messwerten berechnete systema-

tische und zufällige Messabweichung bestätigt (nicht dargestellt). Abb. 2 und Abb. 3 geben weiterhin den Einfluss der Pipettier-technik auf die Pipettiergenauigkeit wieder. So kann durch reverses Pipettieren die Schwankungsbreite der Dosierergebnisse im Vergleich zum vorwärts Pipettieren zwar verringert werden, die Messabweichungen liegen jedoch bei beiden Pipettier-techniken außerhalb der Fehler-toleranzen für die systematische und zufällige Messabweichung der verwendeten Pipette (nicht dargestellt).

1.2 Dosierung von 90 % Glycerol mit Handdispensern

Direktverdränger wie die Multipette plus (manuell) oder Multipette Xstream (elektronisch) weisen bei Dosierung einer viskosen Flüssigkeit keine mit Pipetten vergleichbaren

Schwankungen der Messergebnisse auf (Abb. 4). Die Dosiergenauigkeit ist vergleichbar mit der Pipettierung von destilliertem Wasser mit einer Luftpolster-Pipette (hier: Reference fix 100 µl).

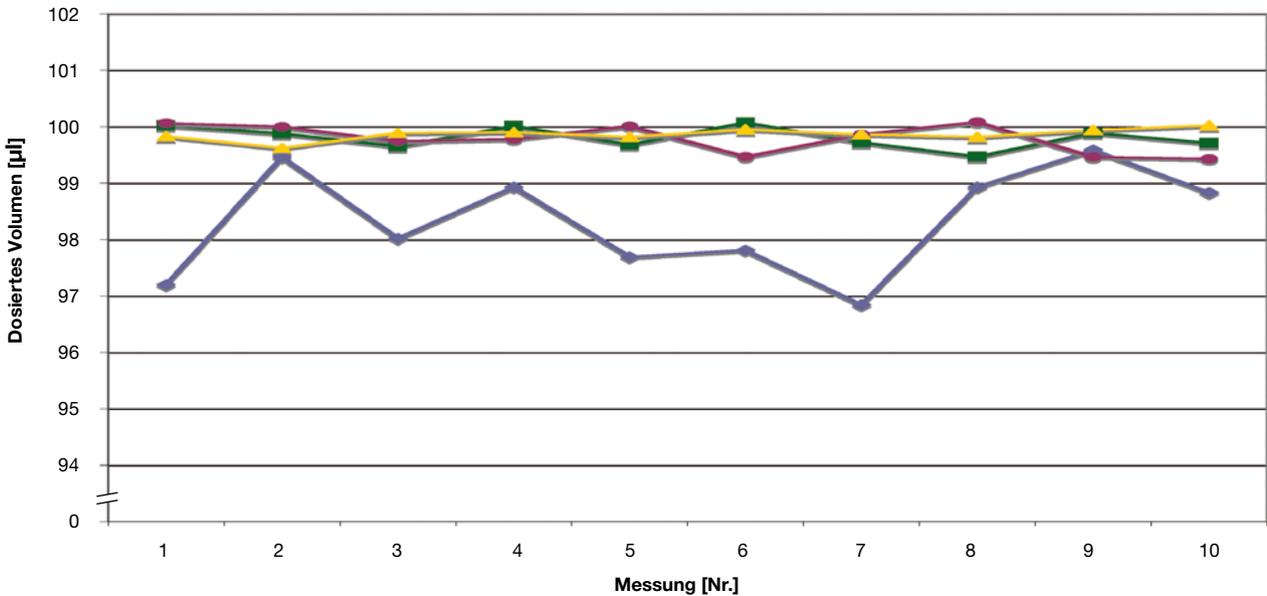


Abbildung 4: Dosierung von 90 % Glycerol mit Handdispensern (Multipette plus und Multipette Xstream). Zum Vergleich sind die Dosier-Ergebnisse von 90 % Glycerol und destilliertem Wasser mit einer Luftpolster-Pipette (Reference fix 100 µl) dargestellt. Dosiertes Volumen: jeweils 100 µl.

Legende: FP = Vorwärts pipettiert.

- FP 100 µl Reference
- Multipette Xstream
- Multipette plus
- FP 100 µl Reference fix Aqua dest.

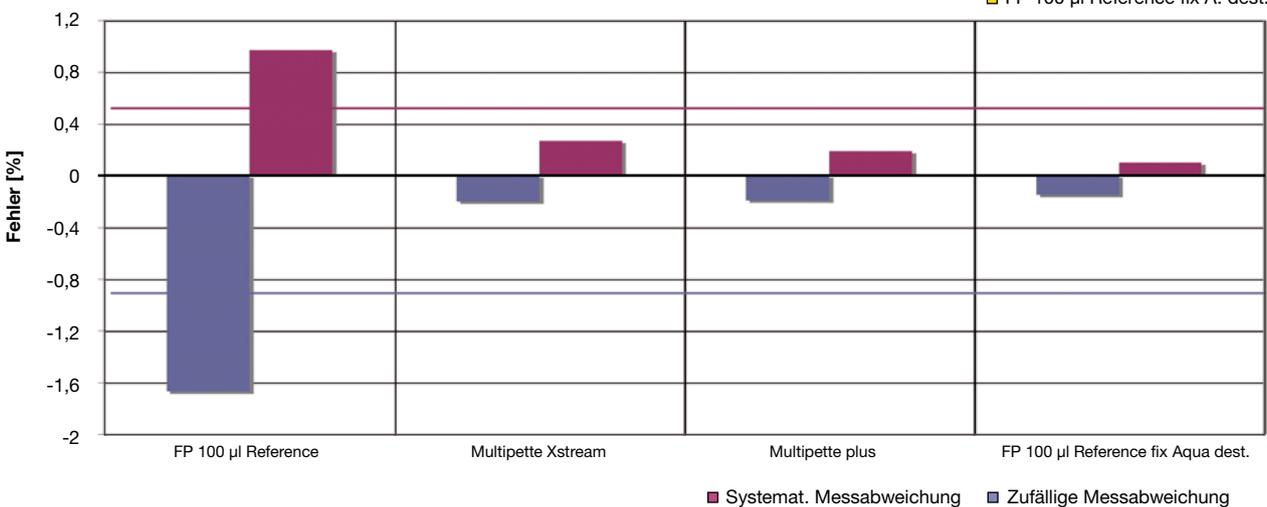


Abbildung 5: Systematische und zufällige Messabweichung bei Dosierung von 90 % Glycerol mit Handdispensern (Multipette plus und Multipette Xstream) und einer Luftpolster-Pipette (Reference fix 100 µl). Zum Vergleich Angabe der Fehler bei Pipettierung von destilliertem Wasser mit Reference 100 µl fix. Dosiervolumina: jeweils 100 µl.

Legende: FP = Vorwärts pipettiert.

Die Linien geben die Fehlergrenzen für die systematische Messabweichung (Untergrenze, blau) sowie die zufällige Messabweichung (Obergrenze, rot) der Multipette Xstream mit 1 ml Combitip plus wieder: systematische Messabweichung (100 µl): ± 0,9 %; zufällige Messabweichung (100 µl): <0,55 %.

Im Gegensatz zu den Pipetten liegen die systematische und zufällige Messabweichung beider Multipetten bei Dosierung von 90 % Glycerol innerhalb der Fehlergrenzen der Multipette Xstream (Abb. 5). Durch den Einsatz eines

Direktverdrängers können also Flüssigkeiten mit erhöhter Viskosität wie z. B. 90 % Glycerol mit der gleichen Genauigkeit dosiert werden wie Wasser mit einer Pipette.

2. Elektronische Dispenser: Maximale dosierbare Viskosität

Die Untersuchung soll zeigen, wie gut die am Markt erhältlichen elektronischen Dispenser der Anforderung „hohe Viskosität“ gerecht werden. Durch die geringe Fließdynamik von viskosen Flüssigkeiten und dem dadurch verursachten erhöhten Kraftaufwand beim Dosieren werden die Dispenser stark belastet. Bei zu hoher Beanspruchung zeigen die

Geräte eine Fehlermeldung, die zur Unterbrechung der vorgesehenen Dosierreihe führt. In Tab. 3 sind die Ergebnisse der Dosierungen verschiedener Viskositäten (Glycerol-Konzentrationen) mit verschiedenen Dispenserspitzen aufgelistet. Es wurde jeweils das Maximalvolumen einer Spitze dosiert. Die zweite Tabelle gibt die der angegebenen Viskositäten entsprechenden Glycerol-Konzentration bei 24 °C wieder.

Tabelle 3: Bestimmung der höchsten dynamischen Viskosität [mPa*s], mit der bei den verschiedenen Spitzengrößen dosiert werden kann; Angabe der Viskosität bei 24 °C.

Spitzengröße [ml]	Multipette Xstream	Anbieter A	Anbieter B	Anbieter C	Konzentration [%]	Viskosität bei 24 °C [mPa*s]
0,1	836	836	836	836	99,6	836
0,2	836	–	836	836	98	712
0,5	836	836	836	836	96	531
1	836	–	836	836	94	393
1,25	–	836	–	–	92	292
2,5	836	836	836	836	85	122
5	836	836	531	712	75	44
10	292	–	44	44		
12,5	–	393	–	–		
25	292	122	44 / n.p.	44		
50	122	122	44 / n.p.	44 / n.p.		

Legende:

n.p. = Dosierung war bei angegebener Konzentration nicht möglich (Fehlermeldung);

– = Spitzengrößen bei entsprechendem Anbieter nicht vorhanden.

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte die höchste in dieser Untersuchung verwendete dynamische Viskosität von 836 mPa*s bis zu einer Spitzengröße von 5 ml (Multipette Xstream und Anbieter A) bzw. 2,5 ml (Anbieter B und Anbieter C) dosiert werden (Tab. 3). Die Verwendung größerer Spitzen bzw. Volumina erlaubt nur das Dispensieren von Glycerol-Konzentrationen geringerer Viskosität. Die maximal dosierbare Viskosität sank bei den Geräten der Anbieter B und C unter Verwendung von Dispenserspitzen größer als 5 ml besonders stark. Obwohl Anbieter C nur unsterile Spitzen (geringere Reibung als sterile Spitzen) anbietet, ließ sich bereits ab einer Spitzengröße von 10 ml nur noch die niedrigste in dieser Untersuchung verwendete Viskosität von 44 mPa*s ohne Fehlerangabe dosieren. Im Gegensatz dazu konnte mit der Multipette Xstream bei dieser Spitzengröße und unter Verwendung steriler Spitzen eine Lösung mit einer Viskosität von 292 mPa*s dosiert werden. Dies entspricht einem deutlichen Unterschied von 248 mPa*s. In Bezug auf die 25 ml-Spitzen ermöglichte

die Multipette Xstream eine Dosierung von Flüssigkeiten mit einer Viskosität von 292 mPa*s, während die anderen Geräte bei dieser Spitzengröße nur noch mit maximal 122 bzw. 44 mPa*s verwendet werden konnten.

Eine Dosierung von 50 ml der Glycerol-Lösung niedrigster Viskosität (44 mPa*s) war mit den Geräten der Anbieter B und C ohne Fehlermeldung nicht möglich. Bei der Multipette Xstream sowie dem Gerät von Anbieter A lag die maximal dosierbare dynamische Viskosität mit der größten Spitze (50 ml) bei 122 mPa*s.

Bei allen Anbietern war eine Auswahl der Kolben-Geschwindigkeit möglich. Unabhängig von den gerätespezifischen Unterschieden in Bezug auf die Kolben-Geschwindigkeiten wurde die Dosierfähigkeit bei höchster, mittlerer oder niedrigster Geschwindigkeit untersucht. Tab. 4 gibt die jeweils höchste verwendbare Kolben-Geschwindigkeit an. Dabei beziehen sich die Angaben auf die in Tab. 3 dargestellten maximal dosierbaren Viskositäten.

Tabelle 4: Angabe der maximalen Kolben-Geschwindigkeit, die bei Dosierung der höchstmöglichen Viskosität [mPa*s] verwendet werden kann.

Spitzengröße [ml]	Multipette Xstream	Anbieter A	Anbieter B	Anbieter C
0,1	+++	+++	+++	+++
0,2	+++	-	+++	+++
0,5	+++	+++	+++	+++
1	+++	-	+++	+++
1,25	-	+++	-	-
2,5	+++	+++	+++	+++
5	++	+	+++	+++
10	+	-	+++	+++
12,5	-	+	-	-
25	+	++	n.p.	+++
50	+	+	n.p.	n.p.

Legende:

n.p. = Dosierung bei in Tab. 3 angegebener Konzentration nicht möglich (Fehlermeldung);

- = Spitzengrößen bei entsprechendem Anbieter nicht vorhanden;

+++ = höchste Geschwindigkeit;

++ = mittlere Geschwindigkeit;

+ = niedrigste Geschwindigkeit

Bei der Multipette Xstream und dem Gerät von Anbieter A konnte Glycerol mit einer Viskosität von 836 mPa*s bis zu einer Spitzengröße bzw. Dosiervolumen von 2,5 ml mit höchster Geschwindigkeit dosiert werden. Größere Dosierolumina erforderten eine Reduktion der Geschwindigkeit. Die Geräte der Anbieter B und C waren zwar bis zu einer Spitzengröße von 10 ml bzw. 25 ml mit höchster Geschwindigkeit einsetzbar, allerdings nur mit Flüssigkeiten von deutlich geringerer Viskosität (vgl. Tab. 3). Während ab 5 ml die

maximal dosierbare Viskosität bei Anbietern B und C stark absank, konnten bei niedrigster Geschwindigkeitsstufe mit der Multipette Xstream und einem Handdispenser von Anbieter A noch vergleichsweise viskose Flüssigkeiten zuverlässig dosiert werden. Generell gilt: Die Faktoren Viskosität, Spitzengröße und Dosiervolumen wirken zusammen. Je höher zwei der Faktoren, desto niedriger sollte die Geschwindigkeit gewählt werden.

Fazit

Luftpolster-Pipetten sind zur präzisen Dosierung hochviskoser Flüssigkeiten nicht geeignet. Auch die Berücksichtigung spezieller Pipettier-Techniken kann die durch hohe Viskosität entstehenden Effekte nicht zur Gänze kompensieren, die Dosierergebnisse liegen außerhalb der Fehler-toleranzen. Je größer dabei das Luftpolster ist (z. B. 100 µl Dosierung mit 1000 µl-Spitze), desto größer wird die Mess-abweichung. Im Gegensatz dazu arbeiten Direktverdränger wie die Multipette plus oder Multipette Xstream in diesem Anforderungsbereich bei korrekter Anwendung fehlerfrei.

Elektronische Dispensiergeräte vermögen dabei, den zur Dosierung viskoser Flüssigkeiten notwendigen Kraftauf-wand für den Anwender deutlich zu senken. Allerdings hängt hier die höchste dosierbare Viskosität von der Spitzengröße und dem Dosiervolumen ab: Je größer die Dispenserspitze, desto geringer die dosierbare Viskosität. Bei Dosierung von Flüssigkeiten mit hoher Viskosität ist die Kolben-Geschwindigkeit zu reduzieren. Alternativ kann natürlich auch ein manuelles Dispensiergerät, wie z. B. die Multipette plus, eingesetzt werden.

Literatur

- [1] Ewald K (2005): Dosiersysteme im Labor – Technologie und Anwendung. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2005
- [2] DIN EN ISO 8655, Teile 1–6: Volumenmessgeräte mit Hubkolben. Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin
- [3] Ewald K (2007): Physikalische Einflüsse beim Pipettieren mit Luftpolsterpipetten. Userguide Liquid Handling 3 No. 021. www.eppendorf.de
- [4] Ewald K (2007): Der Einfluss von Dosiertechniken auf das Analyseergebnis. Userguide Liquid Handling 2 No. 020. www.eppendorf.de
- [5] Weast RC, Astle MJ (1982–1983): Handbook of Chemistry and Physics. 63rd edition, CRC Press
- [6] The Dow Chemical Company. Viscosity of Glycerine Solutions in Centipoise/mPa*s. www.dow.com/glycerine/resources/viscosity.htm
- [7] Eppendorf (2007): Eppendorf SOP – Standardanweisung für Pipetten. www.eppendorf.de/SOP

Bestellinformationen

Bezeichnung	Bestell-Nr.
Multipette plus	4981 000.019
Multipette Xstream	4986 000.025
Reference fix 100 µl	4900 000.133
Research 100–1000 µl	3111 000.165
ep T.I.P.S. 2–200 µl (Standard)	0030 000.870
ep T.I.P.S. 50–1000 µl (Standard)	0030 000.019
Sortimentspack Combitips plus (Standard)	0030 069.285

Combitips plus	Standard (100 Stück) Bestell-Nr.	Eppendorf Biopur (einzeln verpackt, 100 Stück) Bestell-Nr.
0,1 ml	0030 069.200	0030 069.404
0,2 ml	0030 069.218	0030 069.412
0,5 ml	0030 069.226	0030 069.420
1,0 ml	0030 069.234	0030 069.439
2,5 ml	0030 069.242	0030 069.447
5,0 ml	0030 069.250	0030 069.455
10 ml	0030 069.269	0030 069.463
25 ml	0030 069.293	0030 069.390
50 ml	0030 069.277	0030 069.471

Dinova® is a registered trademark of Dinova GmbH & Co KG, Königswinter, Germany
 Triton® is a registered trademark of Union Carbide Co.
 Tween® ist a registered trademark of ICI Americas Inc.

eppendorf
In touch with life

Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH · Peter-Henlein Str. 2 · 50389 Wesseling-Berzdorf · Deutschland
 Tel: +49 2232 418-0 · Fax: +49 2232 418-155 · E-mail: vertrieb@eppendorf.de · www.eppendorf.de
 Eppendorf Austria · Brünner Straße 73 · 1210 Wien · Österreich
 Tel: +43 1 29017560 · Fax: +43 1 290175620 · E-mail: office@eppendorf.at · www.eppendorf.at
 Vaudaux-Eppendorf AG · Im Kirschgarten 30 · 4124 Schönenbuch · Schweiz
 Tel: +41 61 482 1414 · Fax: +41 61 482 1419 · E-mail: vaudaux@vaudaux.ch · www.eppendorf.ch

Application Support Tel: +49 1803 666 789 · E-mail: support@eppendorf.com