

Eppendorf μ Cuvette™ G1.0 -

Ein neues Mikrovolumensystem für hochpräzise photometrische Bestimmung von Nukleinsäuren oder Proteinen im Eppendorf BioPhotometer® und Eppendorf BioSpectrometer®.

Martin Armbrecht, Katja Karow, Eppendorf AG, Hamburg, Germany

Zusammenfassung

Die Verwendung der Mikrolitermesszelle μ Cuvette ermöglicht in Kombination mit dem BioPhotometer oder BioSpectrometer, hohe Nukleinsäuren- oder Proteinkonzentrationen in minimalen Volumina zu bestimmen. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, wird in dieser Application Note das Messprinzip ausführlich erörtert und auf

den Umgang mit der μ Cuvette eingegangen. Dazu werden auch mögliche Einflüsse auf die Messungen sowie die einzelnen Geräteparameter angesprochen. Ferner wurden Vergleichsmessungen mit anderen Küvetten und Mikrovolumenküvetten durchgeführt. Dabei wurden Eigenabsorption, Präzision und Richtigkeit untersucht.

Einleitung

Nach der Isolierung von Nukleinsäuren oder Proteinen ist es meist notwendig für weitere Anwendungen, die Konzentration dieser Biomoleküle photometrisch zu bestimmen. Da die Proben nach einer Isolierung meist in sehr hohen Konzentrationen vorliegen, ist es häufig erforderlich, die Proben zunächst zu verdünnen.

Die einzelnen Verdünnungsschritte müssen dabei sehr genau erfolgen, da ansonsten die Berechnung der Ausgangskonzentration schnell fehlerhaft werden kann und somit Ansätze für Folgeapplikationen fehlerhaft berechnet werden könnten. Problematisch ist, dass die Proben nach der Verdünnung meist unbrauchbar sind. Eine erneute Konzentrierung der Proben wäre darüber hinaus zu arbeitsintensiv. Um eine solche Verdünnungsreihe zu vermeiden,

können sogenannte Mikrolitermesssysteme verwendet werden, bei denen hochkonzentrierte Proben auch direkt ohne Verdünnung gemessen werden können. Dabei sind für die Messung nur wenige Mikroliter ausreichend. Dieses ist möglich, da in den Mikrolitermesssystemen ein verkürzter Lichtweg verwendet wird. Wie in Abbildung 1 gezeigt, kann bei einer bestimmten Probenkonzentration in einer normalen Küvette mit 10 mm Lichtweg kein Licht mehr den Detektor des Photometers erreichen. Bei einer Mikrolitermesszelle mit verkürzter optischer Schichtdicke ist der Messweg nicht lang genug, um den Lichtstrahl bei seinem Weg durch dieselbe Probe zu blockieren. Dadurch erreicht der Lichtstrahl den Detektor und die Konzentration kann unter Berücksichtigung des verkürzten Lichtweges bestimmt werden.

1. Teil: Handhabung der μ Cuvette

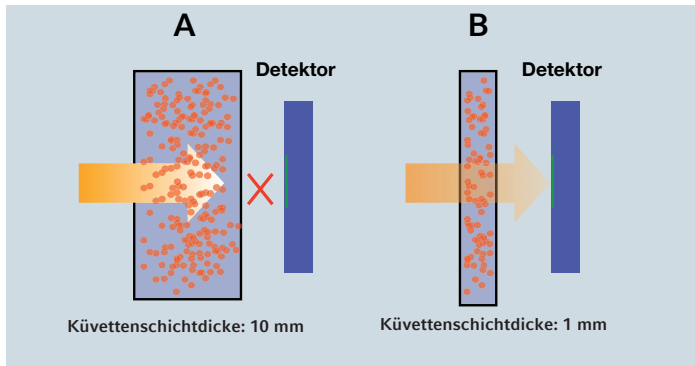


Abbildung 1: Verkürzung des Lichtweges zur photometrischen Bestimmung von hochkonzentrierten Proben (nicht maßstabsgetreu):

A) Standardküvette

B) Mikrolitermesszelle

Die Probe lässt sich in einer Küvette mit 10 mm Lichtweg nicht bestimmen aber in einer Küvette mit 1 mm Lichtweg.

Zur Realisierung des in Abbildung 1 dargestellten Messprinzips hat Eppendorf die μ Cuvette entwickelt (Abbildung 2). Die μ Cuvette besteht aus zwei Schenkeln, an deren Enden sich jeweils ein Quarzglasplättchen befindet. Zur besseren Auftragung der Probe auf den Probenauftragsbereich sind zwei schwarze Markierung auf beiden Seiten der Schenkel zu finden.

Messbereich der μ Cuvette

Durch den 1 mm Lichtweg der μ Cuvette können 10fach höhere Probenkonzentrationen bestimmt werden, als dies mit herkömmlichen Standardküvetten mit 10 mm

Außerdem wird jeweils der optimale Konzentrationsbereich angezeigt, der linear innerhalb einer entsprechenden Standardkurve liegen würde. Die μ Cuvette ist ausschließlich für die Verwendung im BioPhotometer bzw. BioPhotometer plus und im BioSpectrometer konzipiert, da der Lichtstrahl

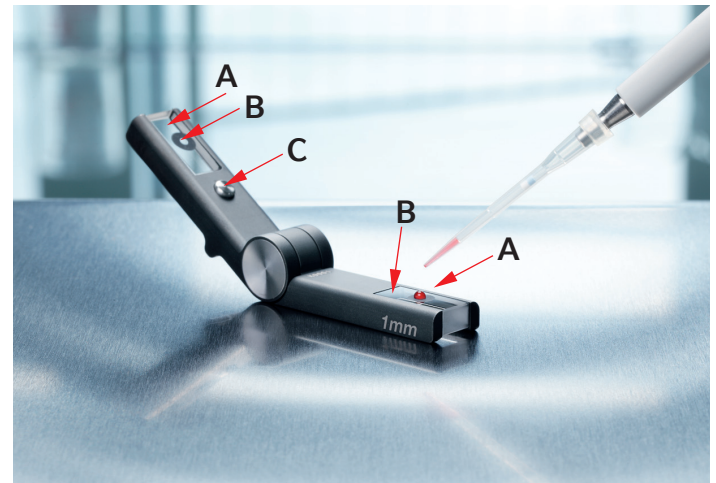


Abbildung 2: Die μ Cuvette:

A: Probenauftragsbereich und optisches Messfenster

B: Quarzglasplättchen

C: Abstandshalter

der Geräte auf das Messfenster der μ Cuvette optimiert ist. Durch eine Verfeinerung des Lichtstrahls in BioSpectrometern können hier noch geringere Flüssigkeitsmengen für die Messungen eingesetzt werden als in BioPhotometern.

Tabelle1: Messbereich für ausgewählte Biomoleküle im BioSpectrometer

Probe	μ Cuvette –	μ Cuvette –	Standardküvette z.B. Eppendorf UVette - 10 mm Schichtdicke (0,005-3E)	Standardküvette z.B. Eppendorf UVette - 10 mm Schichtdicke - optimal (0,05-2E)
	1 mm Schichtdicke (0,005-3E)	1 mm Schichtdicke – optimal (0,05-2E)		
dsDNA	2,5 – 1500 μ g/mL	25-1000 μ g/mL	0,25 – 150 μ g/mL	2,5-100 μ g/mL
RNA	2 – 1200 μ g/mL	20-800 μ g/mL	0,2 – 120 μ g/ml	2-80 μ g/mL
Protein (BSA)	0,075 - 45 mg/mL	0,75-30 mg/mL	0,0075- 4,5 mg/mL	0,075-3 mg/mL

Lichtweg möglich wäre. Das bedeutet auch, dass ein und dieselbe Probe in einem 1 mm Lichtweg eine 10fach geringe Absorption aufweist im Vergleich zu einem 10 mm Lichtweg. In Tabelle 1 sind die theoretisch möglichen Messbereiche für ausgewählte Biomoleküle angegeben. Diese Werte beziehen sich auf die Gerätespezifikationen des BioPhotometers und BioSpectrometers, sofern eine Küvette mit 10 mm oder eine μ Cuvette mit 1 mm Lichtweg verwendet wird.

Neben der Vermeidung einer aufwendigen Verdünnungsreihe hat die μ Cuvette aber noch einen weiteren Vorteil: Es werden nur geringe Volumina für die Messung benötigt. In Tabelle 2 finden sich einige Angaben zum Probenvolumen bei Verwendung in den BioPhotometern bzw. BioSpectrometern. Nach der Messung können die Proben mit einer Pipette leicht zur weiteren Verwendung wiedergewonnen werden.

Tabelle 2: Einsetzbares Probenvolumen in Eppendorf Photo- und Spektrometern (max. 10 µL)

Probe	BioPhotometer	BioSpectrometer
Nukleinsäuren	≥ 2 µL	≥ 1,5 µL
Protein	≥ 4 µL	≥ 3 µL

Die Angaben der Probenvolumina beziehen sich auf wässrige Lösungen. Bei DNA-Lösungen mit relativ hohen Proteinkontaminationen kann sich das Messvolumen ggf. leicht erhöhen. Detergenzhaltige Lösungen sollten nicht verwendet werden. Auch stark konzentrierte Nukleinsäure-Lösungen können eine verminderte Oberflächenspannung aufweisen. Eventuell muss dadurch das Messvolumen erhöht werden, da ansonsten die für die Messung notwendige Flüssigkeitssäule nicht ausgebildet werden kann.

Durchführung der Messung im BioPhotometer oder BioSpectrometer

Zur Verwendung der µCuvette im BioSpectrometer oder BioPhotometer sollten hier die entsprechenden Parameter in den jeweiligen Geräten vorab eingestellt werden. Wichtig dabei ist, dass der Parameter für optische Schichtdicke auf 1 mm eingestellt wird,

damit die gemessenen Absorptionen direkt unter Berücksichtigung des verkürzten Lichtweges in die Probenkonzentration umgerechnet werden können. Ist mit einem leichten Hintergrundsignal z.B. aufgrund von Verschmutzungen zu rechnen, empfiehlt es sich bei beiden Geräten die Hintergrundkorrektur zu aktivieren. Insbesondere bei geringen Konzentrationen kann auch schon ein relativ kleines Hintergrundsignal einen hohen Einfluss auf das Ergebnis haben. Da man aber in der Regel seine Probenkonzentration vor der Messung nicht kennt, ist es generell empfehlenswert, mit Hintergrundkorrektur zu messen.

Messen mit der µCuvette im BioPhotometer plus bzw. BioPhotometer 6131

Abbildung 3 zeigt die notwendigen Einstellungen am BioPhotometer plus für die Methode zur Messung von doppelsträngiger DNA (dsDNA).



Abbildung 3: Einstellung der Parameter am BioPhotometer plus für die Anwendung des 1 mm Lichtweges und zur Aktivierung der Hintergrundkorrektur:

- Wählen Sie die Methodengruppe DNA und gehen Sie mit den Cursor-Tasten auf die Methode „dsDNA“. Drücken sie die Taste „Parameter“.
- Gehen Sie mit den Cursor-Taste auf „1mm“ und wählen Sie mit „enter“ den Lichtweg aus (Anzeige 1-3).
- Gehen Sie mit den Cursor-Tasten bis zur Parameteranzeige 3-3 und wählen Sie hier die Hintergrundkorrektur Correction A340 mit „enter“ aus. Verlassen Sie anschließend den Parameterbereich durch erneutes Drücken der Parameter-Taste.
- Beispielmessung einer dsDNA-Konzentration mit 1 mm Lichtweg und aktivierter Hintergrundkorrektur (Schwarzer Pfeil Messung bei 340 nm). Neben der 260 nm Absorptionsmessung werden zusätzlich die Absorption 230 und 280 nm gemessen zur Bestimmung des 260/280 bzw. 260/230 Verhältnisses.

Bei dem Vorgängermodell BioPhotometer funktioniert die Einstellung analog. Es kann aber bei älteren Software-Versionen vorkommen, dass es nicht möglich ist, den 1 mm Lichtweg direkt einzustellen. In dem Fall muss mit einer virtuellen Verdünnung gearbeitet werden. Programmieren Sie hierfür vor der Messung eine 1:10 Verdünnung (z.B. 1 µl Probe + 9 µl Diluent). Dadurch Sie erzielen Sie dasselbe Ergebnis wie mit einem direkt programmierbaren 1 mm Lichtweg.

Messung im BioSpectrometer

Im BioSpectrometer werden die Parameter direkt vor der Messung definiert. Im Gegensatz zum BioPhotometer plus oder BioPhotometer kann man sich hier zusätzlich das Absorptionsspektrum der Probe für einen definierten Bereich anzeigen lassen und die Wellenlänge für die Hintergrundkorrektur frei wählen (Abbildung 4). Zur Vereinfachung ist im BioSpectrometer bereits eine Methode für doppelsträngige DNA-Messung unter Verwendung des 1 mm Lichtweges vorprogrammiert.

The image shows a multi-page software interface for the BioSpectrometer. It is divided into four main sections labeled A, B, C, and D with red arrows pointing to specific elements.

- Section A:** The 'Method Selection' screen. It has three columns: 'Main Groups', 'Sub Groups', and 'Methods'. The 'Methods' column lists various assays, with 'dsDNA_1mm' highlighted. A red arrow points to this method.
- Section B:** The 'dsDNA 1mm: check parameters / edit' screen. It shows settings for 'Cuvette' (1 mm), 'Unit' (µg/mL), 'Molar Unit' (pmol/mL), 'Factor' (50), 'Decimal places' (1), and checkboxes for 'A260/A280' (checked), 'A260/A230' (unchecked), and 'Autoprint' (unchecked). A red arrow points to the 'Cuvette' dropdown.
- Section C:** The 'dsDNA 1mm: check parameters / edit' screen, page 2/2. It shows 'Show scan' (checked), 'Start λ' (226 nm), 'Stop λ' (350 nm), 'Background' (checked), and 'Wavelength' (320 nm). A red arrow points to the 'Background' checkbox.
- Section D:** The 'dsDNA 1mm_1: check parameters / measure samples' screen. It displays an absorption spectrum graph with 'Abs (A)' on the y-axis (0.000 to 0.600) and 'λ (nm)' on the x-axis (240 to 320). A peak is visible at approximately 260 nm. To the right of the graph, the measurement result is shown: '# 10', 'ID:', '388.9 µg/mL', '0.780 A_{260/1 mm}', and 'A260/A280 1.77'. A red arrow points to the concentration value '388.9 µg/mL'.

Abbildung 4: Einstellung der Parameter am BioSpectrometer für die Anwendung des 1 mm Lichtweges und zur Aktivierung der Hintergrundkorrektur:

- A) Auswahl der Methode dsDNA_1mm
- B) Stellen Sie optische Schichtdicke auf 1 mm (nur notwendig sofern dsDNA_1mm nicht verwendet wird)
- C) Aktivieren Sie bei Bedarf die Scananzeige und/oder die Hintergrundkorrektur
- D) Beispielmessung einer dsDNA-Lösung mit der µCuvette am BioSpectrometer

Messablauf

Die Blanklösung wird auf den dafür vorgesehenen schwarz umrandeten Bereich der μ Cuvette aufgetragen. Anschließend werden beide Schenkel zusammengeklappt. Dabei muss sichergestellt sein, dass zwischen beiden Proben-trägern eine Flüssigkeitssäule ausgebildet wird, wie in dem Schema in Abbildung 5 gezeigt.

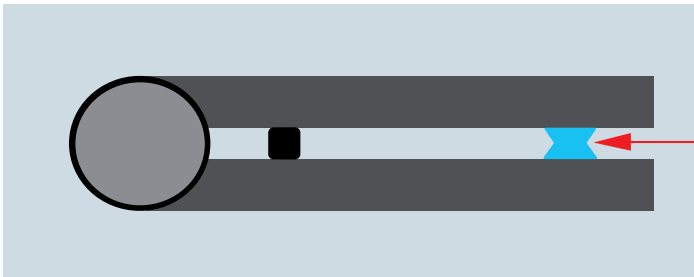


Abbildung 5: Schematische Darstellung der μ Cuvette.

Die Probe hat zwischen beiden Schenkeln eine Flüssigkeitssäule ausgebildet (roter Pfeil). Die Höhe der Säule entspricht 1 mm Lichtweg.

Vor Durchführung der Messung sollte außerdem kontrolliert werden, ob die Probe frei von Luftblasen und/oder Partikeln ist. Ist das der Fall, kann die μ Cuvette in den Küvetten-schacht überführt werden und der Blank gemessen werden. Die Blank-Lösung wird schließlich mit einem möglichst fusselfreien Papiertuch entfernt. Anschließend kann die Probe aufgetragen und gemessen werden (Abbildung 6).

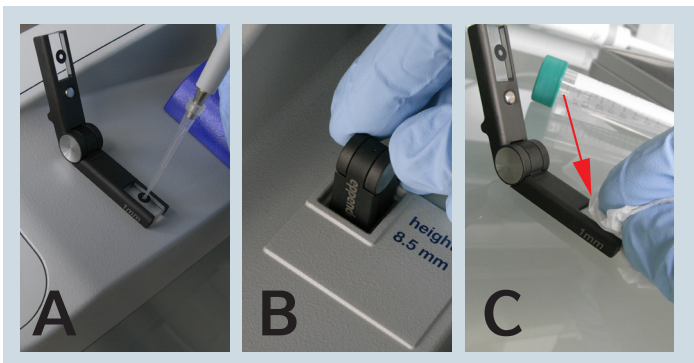


Abbildung 6: Messablauf mit der μ Cuvette:

- A) Auftragung der Probe
- B) Einführung in den Küvetten-schacht
- C) Entfernen der Blank-/Probenlösung

Probleme bei nicht-ausgebildeter Flüssigkeitssäule

Wird keine Flüssigkeitssäule ausgebildet, ist keine richtige Ergebnisdarstellung möglich. In Abbildung 7A ist ein entsprechendes Ergebnis gezeigt.

Bei ausgebildeter Flüssigkeitssäule ist ein Ergebnis wie in Abbildung 7B gezeigt zu erwarten. In beiden Fällen wurde eine identische Probe mit dsDNA gemessen.

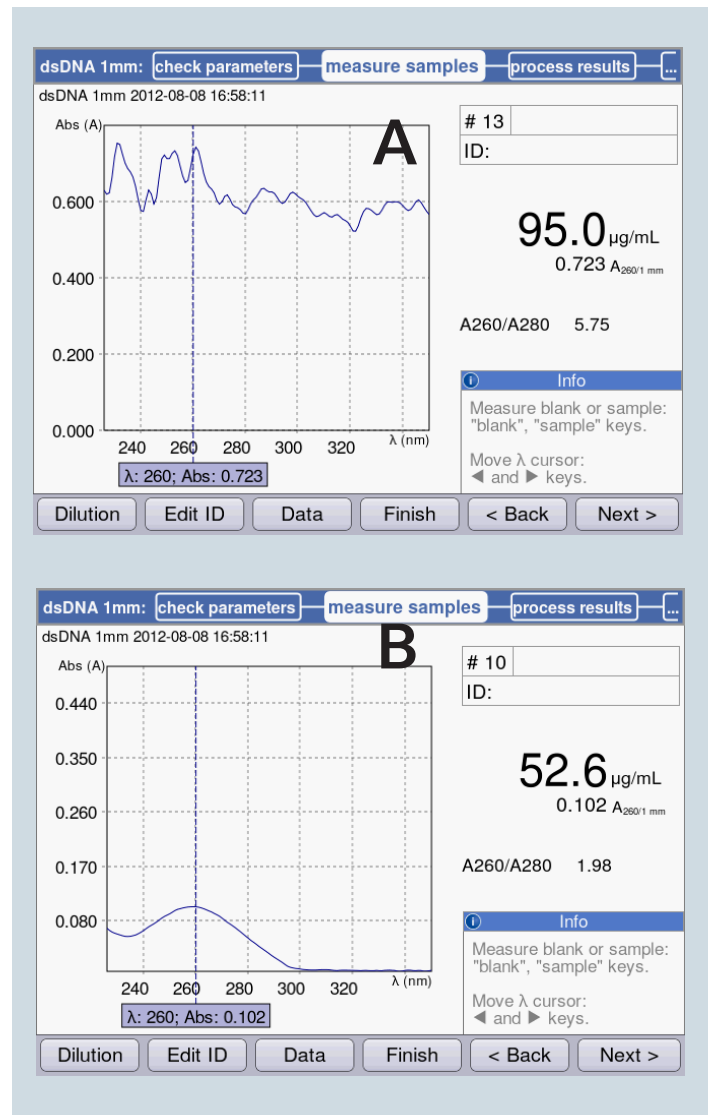


Abbildung 7: Messergebnisse mit Proben von dsDNA:

- A) ohne ausgebildete Flüssigkeitssäule.
- B) mit ausgebildeter Flüssigkeitssäule.

Das in 7B dargestellte Ergebnis zeigt das typische Absorptionsspektrum einer dsDNA-Lösung. Die Probenkonzentration und auch das 260/280 Verhältnis konnten einwandfrei bestimmt werden. Beides war bei der in 7A dargestellten Messung durch die nicht-ausgebildete Flüssigkeitssäule nicht möglich.

Umgang und Reinigung

Es empfiehlt sich, während der Messungen Handschuhe zu tragen, um Verschmutzungen im Probenauftragsbereich zu vermeiden.

Wie auch bei Messungen in Standardküvetten mit 10 mm Lichtweg sollten Proben (falls vorher gefroren) immer komplett aufgetaut sein und anschließend ausreichend durchgemischt werden. Idealerweise haben Proben und μ Cuvette bei der Messung dieselbe Temperatur.

Zwischen zwei Messungen müssen die Probenträger gereinigt und Flüssigkeitsreste komplett entfernt werden. Dafür sollten fusselfreie Tücher verwendet werden. Es empfiehlt sich aber vor jeder Messung zu kontrollieren, ob der Lichtweg frei von Fusseln oder Verschmierung ist. Kontaminationen lassen sich am besten vermeiden, wenn die Probenträger der μ Cuvette nach jeder Messung mit deionisiertem Wasser gereinigt werden. Lassen sich dennoch wiederholt Kontaminationen durch z.B. Nukleinsäuren nachweisen, kann die μ Cuvette auch mit einem in 6 % Natriumhypochlorit getränkten Tuch gereinigt werden. Dadurch können besonders hartnäckige Kontaminationen entfernt werden. Da keine Kanten im Bereich der Probenträger zu finden sind, ist es aber unwahrscheinlich, dass sich hier Rückstände von Proben anreichern.

Weitere Informationen zur Reinigung finden sich auch in der Bedienungsanleitung der μ Cuvette.

2. Teil: Experimente mit der μ Cuvette

Eigenabsorption der μ Cuvette im Vergleich zu Fremdküvetten

Um festzustellen, wie groß der dynamische Messbereich der μ Cuvette ist, wurde die Eigenabsorption über den Bereich von 200-400 nm im BioSpectrometer gemessen. Das so erhaltene Absorptionsspektrum wurde mit denen anderer Küvetten bzw. Mikroküvetten verglichen (Abbildung 8). Die Küvetten enthielten jeweils Wasser und wurden gegen Luft gemessen (leerer Küvettschacht).

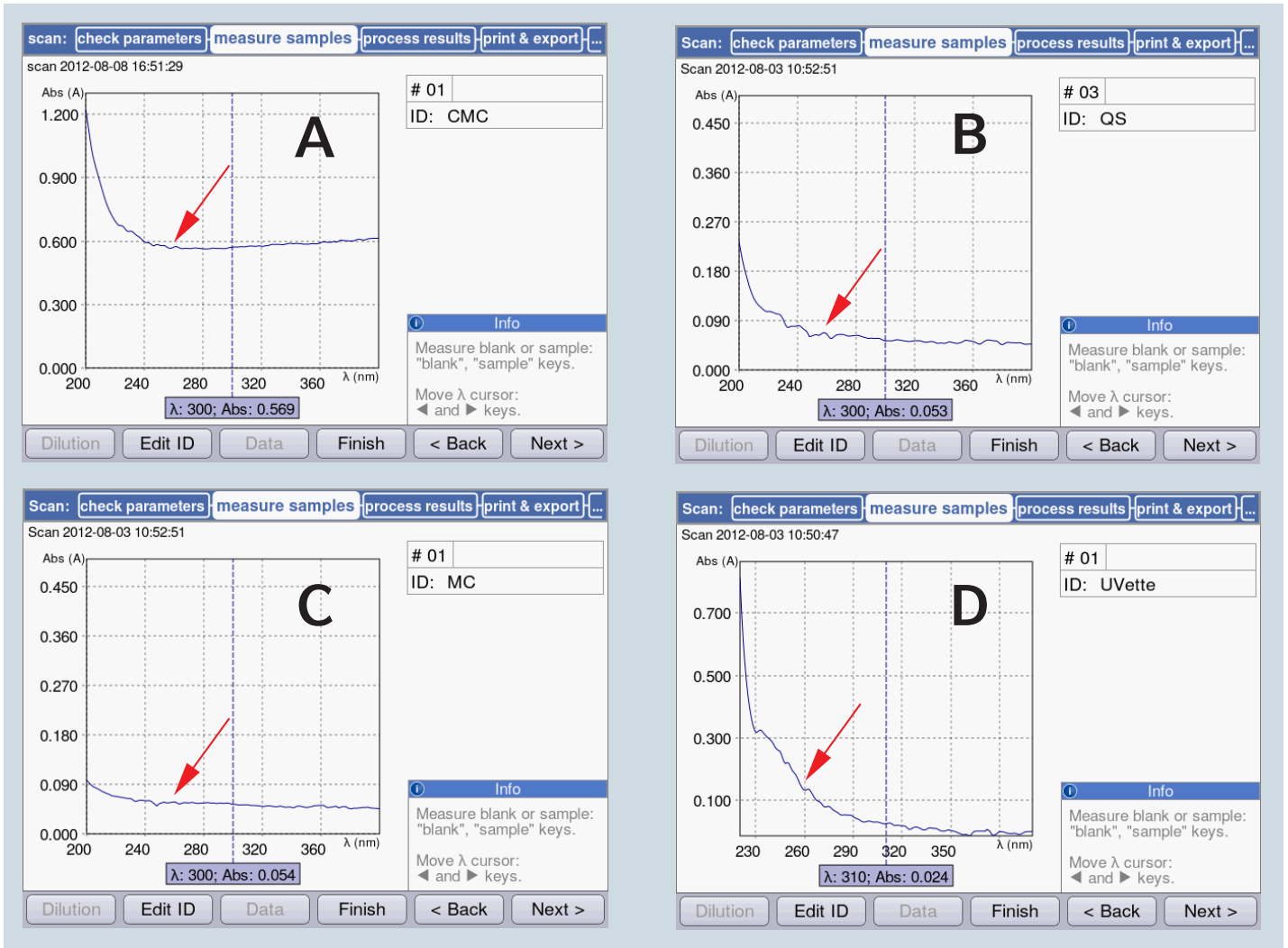


Abbildung 8: Vergleich der Eigenabsorption der μ Cuvette mit der von anderen Küvetten. Der rote Pfeil stellt die Eigenabsorption der Küvette bei 260 nm dar:

- A) Mikroküvette von einem Fremdhersteller
- B) Quarzglasküvette
- C) μ Cuvette
- D) UVette

Wie aus Abbildung 8 zu entnehmen, ist die Eigenabsorption der μ Cuvette ähnlich gering wie die einer Quarzglasküvette ($<0,1$ A bei 260 nm). Außerdem liegt sie deutlich unter der einer anderen Mikrovolumenküvette eines Fremdherstellers (ca. 0,6 A bei 260 nm).

Auch die UVette zeigt als Plastikkuvette eine sehr geringe Eigenabsorption von nur 0,12 A.

Durch die geringe Eigenabsorption der μ Cuvette kann somit praktisch der gesamte Messbereich des BioPhotometers bzw. BioSpectrometers genutzt werden.

Messabweichungen der μ Cuvette im Vergleich zu einer Mikrolitermesszelle von einem Fremdhersteller anhand Absorptionsbestimmungen von ATP bei 260 nm.

Für die Vergleichsmessung aus einer ATP-Stammlösung wurden verschiedene Absorptionswerte von 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 und 2,0, bezogen auf den 1 mm Lichtweg, eingestellt. Dazu wurde die ATP-Lösung entsprechend mit 0,1 M Tris Puffer pH 7,27 verdünnt. Dieser Puffer wurde auch für die Blank-Messung verwendet.

Darüber hinaus wurden alle Lösungen zusätzlich 1:10 verdünnt und in einer Ultramikroküvette aus Quarzglas mit 10 mm Lichtweg gemessen.

Diese Werte dienen als Referenz für die Messungen in den Mikrolitermesszellen.

Alle Messungen wurden mit Hintergrundkorrektur sowohl im Eppendorf BioPhotometer als auch im Eppendorf BioSpectrometer durchgeführt. Verwendet wurde bei beiden Geräten die vorprogrammierte Methode dsDNA. Für die Messungen in den Mikrolitermesszellen wurden 3 μ L und in der Ultramikroküvette 100 μ L eingesetzt. Es wurden jeweils 10 Messungen pro Konzentrationsbereich und Küvette durchgeführt. Die Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 3a-e gezeigt.

Tabelle 3a: Messungen bei 260 nm: E = 0,1

Gerät	Ultramikroküvette (UM)		Mikrolitermesszelle 1 mm Lichtweg		μ Cuvette	
	BioPhotometer	BioSpectrometer	BioPhotometer	BioSpectrometer	BioPhotometer	BioSpectrometer
Mittelwert (aus 10 Messungen)	0,104	0,098	0,108	0,107	0,105	0,102
Standardabweichung	0,002	0,001	0,002	0,004	0,002	0,001
VK [%]	1,810	1,521	1,824	3,443	1,458	0,849
Abweichung zur Ultramikroküvette			0,004	0,009	0,001	0,004
Abweichung zur Ultramikroküvette in [%]			3,85	9,18	0,96	4,08

Tabelle 3b: Messungen bei 260 nm: E = 0,5

Gerät	Ultramikroküvette (UM)		Mikrolitermesszelle 1 mm Lichtweg		μ Cuvette	
	BioPhotometer	BioSpectrometer	BioPhotometer	BioSpectrometer	BioPhotometer	BioSpectrometer
Mittelwert (aus 10 Messungen)	0,505	0,506	0,514	0,510	0,509	0,507
Standardabweichung	0,001	0,001	0,006	0,007	0,001	0,001
VK [%]	0,288	0,287	1,109	1,465	0,268	0,242
Abweichung zur Ultramikroküvette			0,009	0,004	0,004	0,001
Abweichung zur Ultramikroküvette in [%]			1,78	0,79	0,79	0,19

Tabelle 3c: Messungen bei 260 nm: E = 1,0

Gerät	Ultramikroküvette (UM)		Mikrolitermesszelle 1 mm Lichtweg		μ Cuvette	
	BioPhotometer	BioSpectrometer	BioPhotometer	BioSpectrometer	BioPhotometer	BioSpectrometer
Mittelwert (aus 10 Messungen)	1,010	1,009	1,018	1,015	1,009	1,007
Standardabweichung	0,006	0,006	0,008	0,007	0,003	0,002
VK [%]	0,581	0,561	0,791	0,739	0,252	0,212
Abweichung zur Ultramikroküvette			0,008	0,006	0,001	0,002
Abweichung zur Ultramikroküvette in [%]			0,79	0,59	0,09	0,19

Tabelle 3d: Messungen bei 260 nm: E = 1,5

Gerät	Ultramikroküvette (UM)		Mikrolitermesszelle 1 mm Lichtweg		µCuvette	
	BioPhotometer	Biospectrometer	BioPhotometer	Biospectrometer	BioPhotometer	Biospectrometer
Mittelwert (aus 10 Messungen)	1,509	1,502	1,500	1,481	1,511	1,498
Standardabweichung	0,008	0,007	0,018	0,005	0,005	0,003
VK [%]	0,552	0,462	1,187	0,337	0,312	0,200
Abweichung zur Ultramikroküvette			0,009	0,021	0,002	0,004
Abweichung zur Ultramikroküvette in [%]			0,60	1,39	0,13	0,27

Tabelle 3e: Messungen bei 260 nm: E=2,0

Gerät	Ultramikroküvette (UM)		Mikrolitermesszelle 1 mm Lichtweg		µCuvette	
	BioPhotometer	Biospectrometer	BioPhotometer	Biospectrometer	BioPhotometer	Biospectrometer
Mittelwert (aus 10 Messungen)	2,004	1,974	1,936	1,910	1,988	1,952
Standardabweichung	0,004	0,012	0,043	0,008	0,005	0,006
VK [%]	0,209	0,606	2,213	0,418	0,270	0,307
Abweichung zur Ultramikroküvette			0,068	0,064	0,016	0,022
Abweichung zur Ultramikroküvette in [%]			3,39	3,24	0,79	1,11

Die µCuvette zeigte hinsichtlich der Messergebnisse eine große Übereinstimmung mit dem zu erwarteten Ergebnis und eine hohe Übereinstimmung mit den Messungen in der Ultramikroküvette. Die Messabweichungen in der µCuvette waren damit geringer als die in der Mikrolitermesszelle des Fremdherstellers.

Anhand der geringen Standardabweichungen zeigte sich, dass bei Messungen mit der µCuvette ein Höchstmaß an Präzision möglich ist. Die Werte der Messungen waren dabei vergleichbar mit denen, die mit der Ultramikroküvette aus Quarzglas erzielt wurden. Auch hinsichtlich der Standardabweichungen sind geringere Werte als mit der vorliegenden Mikrolitermesszelle des Fremdherstellers erzielt worden.

Fazit

Bei der µCuvette handelt es sich um eine Mikrovolumenküvette, die optimal für photometrische Messungen geringer Volumina stark konzentrierter Proben geeignet ist. Dadurch und aufgrund der einfachen Handhabung ergänzen sich die µCuvette und die Eppendorf Photometer zu optimalen Mikrovolumenmesssystemen. Dies gilt insbesondere für Nukleinsäure- und Proteinbestimmung. Durch die geringe Eigenabsorption der µCuvette wird ein ähnlich breiter und dynamischer Messbereich erzielt, wie es sonst nur mit Quarzglasküvetten möglich ist. Darüber hinaus erzielt die µCuvette ein hohes Maß an Präzision und Richtigkeit.

Bestellinformationen

Beschreibung	Bestell-Nr.
Eppendorf μCuvette™ G1.0 Eppendorf Mikrovolumen-Messzelle für Eppendorf BioPhotometer und Eppendorf BioSpectrometer	6138 000.018
Eppendorf BioSpectrometer® basic 230 V/50-60 Hz, Netzstecker Europa, weitere Netzanschlussvarianten erhältlich	6135 000.009
Eppendorf BioSpectrometer® kinetic 230 V/50-60 Hz, Netzstecker Europa, weitere Netzanschlussvarianten erhältlich	6136 000.002
Eppendorf BioPhotometer® plus 230 V / 50-60 Hz Netzstecker Europa, weitere Netzanschlussvarianten erhältlich	6132 000.008
Eppendorf UVette® 220 nm–1.600 nm Original Eppendorf Kunststoffküvette, einzeln verpackt, zertifiziert PCR clean und proteinfrei, 80 Stück	0030 106.300
UVette® routine pack 220 nm–1.600 nm Eppendorf Quality Reinheitsgrad, wiederverschließbare Box 200 Stück	0030 106.318
Eppendorf μCuvette™ G1.0 & Eppendorf BioPhotometer® plus Eppendorf Mikrovolumen-Messzelle und Eppendorf BioPhotometer plus, 230V/50–60Hz, Netzstecker Europa	6132 000.961
Eppendorf μCuvette™ G1.0 & Eppendorf BioSpectrometer® basic Eppendorf Mikrovolumen-Messzelle und Eppendorf BioSpectrometer basic, 230V/50–60Hz, Netzstecker Europa	6135 000.904

Your local distributor: www.eppendorf.com/contact
 Eppendorf AG · 22331 Hamburg · Germany
Application Support E-mail: support@eppendorf.com
 E-mail: eppendorf@eppendorf.com

www.eppendorf.com

Eppendorf®, das Eppendorf Logo, Eppendorf BioPhotometer® und Eppendorf BioSpectrometer® sind eingetragene Marken der Eppendorf AG, Hamburg, Germany.
 Eppendorf μ Cuvette™ ist eine Marke der Eppendorf AG, Hamburg, Germany
 Order Nr. AA2 61WW 010/DE1/0T/1012/CREA · Alle Rechte vorbehalten, einschließlich der Graphiken und Abbildungen · Copyright © 2012 by Eppendorf AG.