

Überprüfung der korrekten Funktion des Eppendorf BioPhotometer® und des Eppendorf BioSpectrometer® mit Hilfe von sekundären UV-VIS-Filtern

Martin Armbrecht-Ihle, Lars Borrmann
Eppendorf AG, Hamburg, Germany

Einleitung

Die Qualität eines Messergebnisses ist direkt abhängig von der Qualität der Messung. Daher gilt es mögliche Fehlerquellen, die zu einer Beeinträchtigung der Messung führen könnten, zu beherrschen oder sie zumindest auf klar definierte Grenzen zu beschränken. Betrachtet man die Art der Fehlerquellen, kann man ganz klar zwischen technischen Fehlern und Fehlern, die durch falsche Handhabung entstehen, unterscheiden. Letztere sind bei der photometrischen Quantifizierung beispielsweise eine zu geringe, oder zu hohe Probenkonzentration, eine ungenügende Probendurchmischung, oder ein falsch programmierter Methodenfaktor.

Im Gegensatz zu den relativ leicht zu entdeckenden und zu beherrschenden Handling-Fehlern, lassen sich technische Fehler nur durch geeignete Vergleichsmessungen gegen Referenzmaterialien feststellen und bedürfen in der Regel einer Justierung des jeweiligen Gerätes, um sie zu beheben.

Für jedes Eppendorf Photometer werden klar definierte Grenzwerte angegeben, innerhalb derer technische Fehler die Genauigkeit der Messung nicht beeinträchtigen. Diese Grenzwerte beinhalten die systematischen Fehler des Gerätes, der Messung und der Kalibriermittel. Um die Einhaltung dieser Grenzwerte während des Gebrauchs

sicherzustellen, bedarf es einer regelmäßigen Überprüfung der Geräte. Labore, die auf Basis eines Qualitätsmanagementsystems (z.B. ISO 9001, ISO 17025, GLP, GMP) arbeiten, haben sich zu dieser regelmäßigen Verifizierung ihrer Messmittel verpflichtet.

Eppendorf bietet für seine Photometer Testfiltersätze an, die als zertifiziertes Referenzmaterial für Vergleichsmessungen verwendet werden können. Die Filter sind rückführbar auf Referenz-Standards des „National Institute of Standards and Technology“ (NIST®, Gaithersburg MD, USA). Sie dienen zur Überprüfung der photometrischen Richtigkeit und Wellenlängenrichtigkeit des Photometers. Durch den Vergleich der ermittelten Messwerte mit den für jeden Filter definierten Grenzwerten, die von einem ordnungsgemäß funktionierenden Eppendorf Photometer eingehalten werden müssen, bekommt man Aussagen über die Richtigkeit und Präzision des Photometers. Die Grenzwerte der jeweiligen Filtersätze werden mit einem Referenz-Photometer ermittelt. Sekundäre UV-VIS Filter sind jeweils für das BioPhotometer plus, BioPhotometer D30, BioSpectrometer basic, BioSpectrometer kinetic und BioSpectrometer fluorescence erhältlich. Für das BioSpectrometer basic und kinetic wird ein gemeinsamer Filtersatz angeboten.

Theoretischer Hintergrund

Die Bedeutungen der Begriffe, die im Zusammenhang mit der Überprüfung von Geräten Verwendung finden, sind in der Norm ISO 3534-1 genauer definiert. Da viele dieser Begriffe in der Literatur leider häufig missverständlich verwendet werden, soll Abbildung 1 die Zusammenhänge zwischen einigen der grundlegenden Begriffe nochmals verdeutlichen. Neben den Fehlern durch falsche Handhabung des Gerätes unterscheidet man auf Seite der technischen Fehler zwei spezielle Arten von Fehlern, die einen maßgeblichen Einfluss auf den Ausgang des Messergebnisses haben: Systematische und zufällige Fehler. Die „systematischen Fehler“, die durch störende Einflüsse (z.B. verschmutzter Lichtweg), oder eine fehlerhafte Technik (z.B. dejustierte Optik) zu einer Abweichung des Messergebnisses vom wahren Wert führen und damit die Richtigkeit (engl. = trueness) eines Analyseverfahrens beeinflussen, lassen sich ausschließlich durch Vergleichsmessungen gegen Referenzmaterialien (z.B. Sekundärer UV-VIS-Filter) entdecken (Abb. 1). Dazu wird mit dem Referenzmaterial eine Mehrfachbestimmung durchgeführt und der bei dieser Messreihe entstehende Mittelwert anschließend in Bezug zum eigentlich richtigen Wert gesetzt. Die mathematische Differenz zwischen dem Mittelwert und dem richtigen Wert beschreibt die Größe der systematischen Messwertabweichung. Je nachdem, ob die Messwertabweichung innerhalb der definierten Grenzwerte liegt, kann man dann über den Begriff der Richtigkeit (engl. = trueness) qualitativ aussagen, ob das Gerät richtig funktioniert oder nicht. Der zweite Fehlertyp wird als „zufälliger Fehler“ bezeichnet. Die Ursachen, die zum zufälligen Fehler führen, lassen sich häufig nicht charakterisieren und sind nur selten zu vermeiden. Zufällige Fehler haben einen Einfluss auf die Streuung der Messwerte (zufällige Messabweichung) und beeinflussen somit die Präzision (engl. = precision) des Messgerätes (Abb. 1). In Abbildung 2 wird der Zusammenhang zwischen den Begriffen Richtigkeit (trueness) und Präzision (precision) in Hinblick auf exakte und reproduzierbare Messungen nochmals grafisch erläutert.

Für den Fall 2A liegen alle Messwerte und damit auch deren Mittelwert innerhalb des vorgegebenen Grenzwertes und weisen eine geringe Streuung (zufällige Messwertabweichung) auf. Geht man davon aus, dass auch die zufällige Messwertabweichung innerhalb eines zu definierenden Grenzwertes (hier nicht angegeben) liegt, dann kann man aussagen, dass dieses Messgerät mit hoher Richtigkeit und Präzision reproduzierbar exakte Messdaten liefert. Im Vergleich dazu liegt der Messreihe in 2B ein systematischer Fehler zu Grunde, der dazu führt, dass alle Messwerte im gleichen Maße verschoben sind und außerhalb des zulässigen Grenzwertes liegen. Die einzelnen Messwerte variieren wie in Abb. 2A untereinander allerdings nur sehr wenig, so dass dieses Gerät zwar präzise, aber falsche Messergebnisse liefert. Bei einem Eppendorf BioPhotometer oder BioSpectrometer könnte ein solches Messergebnis beispielsweise durch einen verunreinigten Lichtweg hervorgerufen werden. In Abb. 2C variieren die einzelnen Messwerte untereinander sehr stark, so dass man eine hohe zufällige Messabweichung findet. Da der Mittelwert aus diesen Messwerten aber innerhalb des vorgegebenen Grenzwertes liegt, kann man für dieses Gerät feststellen, dass es zwar noch richtig funktioniert, aber nur noch unpräzise Messergebnisse liefert. Mit einem solchen Gerät wird man keine konstanten Messwerte erhalten. Die Messwertverteilung in 2D zeigt eine hohe systematische und zufällige Messabweichung. Das Gerät weist sowohl eine schlechte Richtigkeit als auch eine schlechte Präzision auf. Folglich lassen sich lediglich mit einem Gerät, bei dem sowohl Richtigkeit (trueness) als auch Präzision (precision) innerhalb der definierten Grenzwerte liegen, exakte und reproduzierbare Messungen mit einer hohen Genauigkeit (accuracy) erzielen. Würde es sich bei den Messwerten in Abbildung 2B – D um die Ergebnisse des Photometertests handeln, sollten dieses BioSpectrometer oder BioPhotometer vom Technischen Service neu justiert werden, um wieder Messungen mit einer hohen Genauigkeit zu gewährleisten.

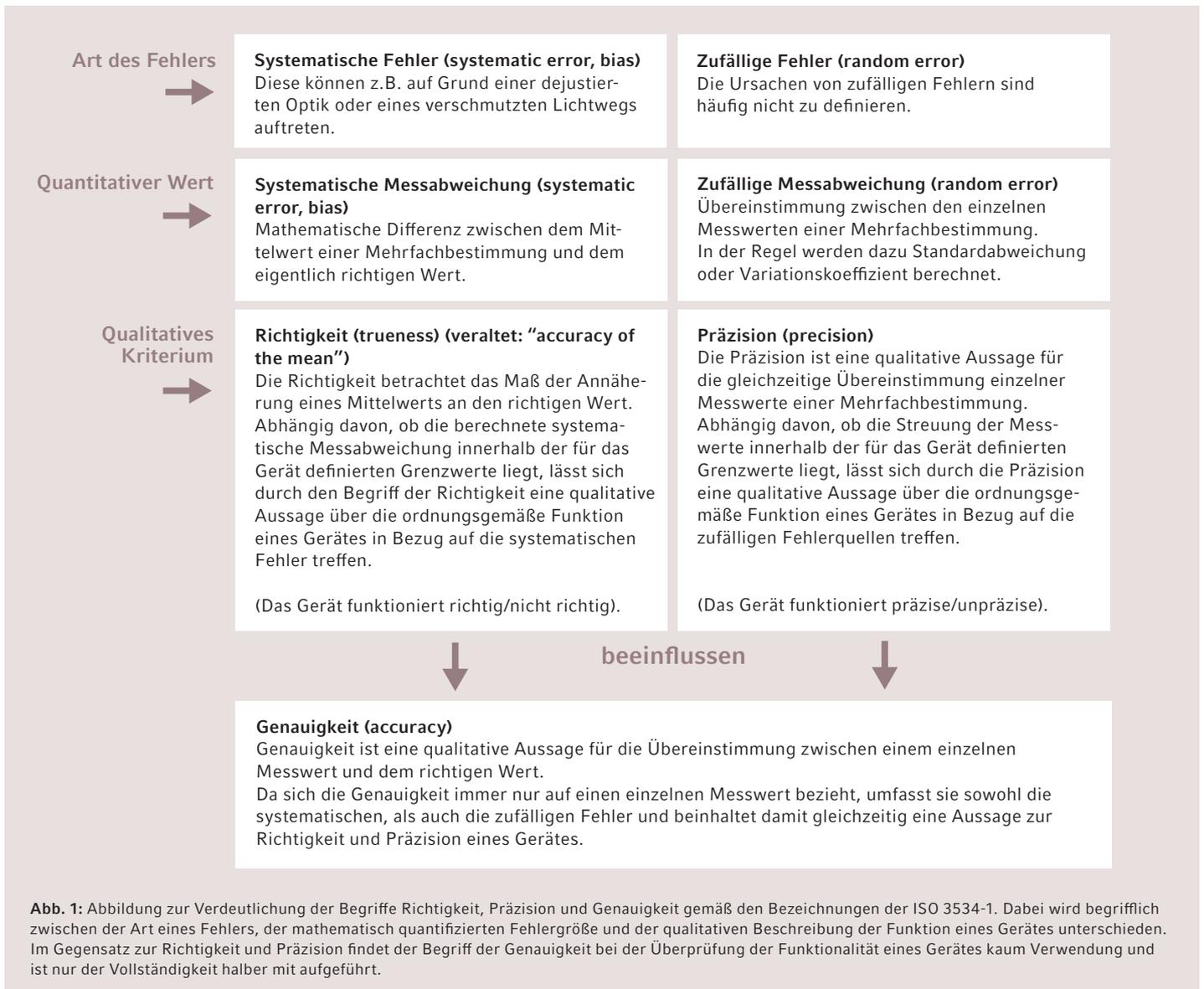


Abb. 1: Abbildung zur Verdeutlichung der Begriffe Richtigkeit, Präzision und Genauigkeit gemäß den Bezeichnungen der ISO 3534-1. Dabei wird begrifflich zwischen der Art eines Fehlers, der mathematisch quantifizierten Fehlergröße und der qualitativen Beschreibung der Funktion eines Gerätes unterschieden. Im Gegensatz zur Richtigkeit und Präzision findet der Begriff der Genauigkeit bei der Überprüfung der Funktionalität eines Gerätes kaum Verwendung und ist nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt.

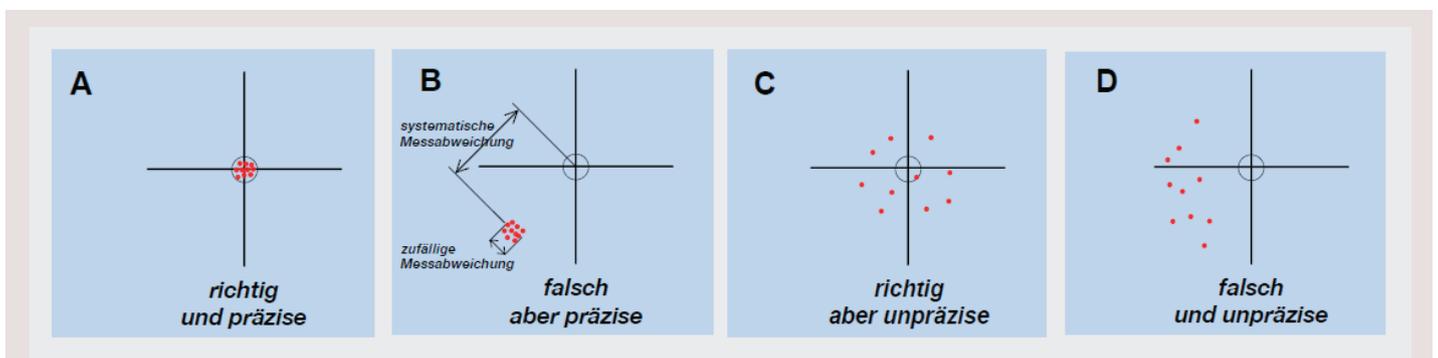


Abb. 2: Grafische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Richtigkeit und Präzision bei der Überprüfung von Messgeräten. Einzelne Messwerte sind als Punkte abgebildet. Der Schnittpunkt der Achsen repräsentiert den richtigen Wert, den man bei Referenzmessungen erhalten müsste und die Kreislinie den erlaubten Grenzwert für die systematische Messabweichung. Ein möglicher Grenzwert für die zufällige Messabweichung wurde nicht dargestellt. In Abb. B sind darüber hinaus zur weiteren Verdeutlichung die Intervalle angedeutet, die durch die Begriffe systematische und zufällige Messabweichung charakterisiert werden.

Kurzanleitung zur Durchführung des Photometertests am Eppendorf BioSpectrometer® bzw. Eppendorf BioPhotometer®

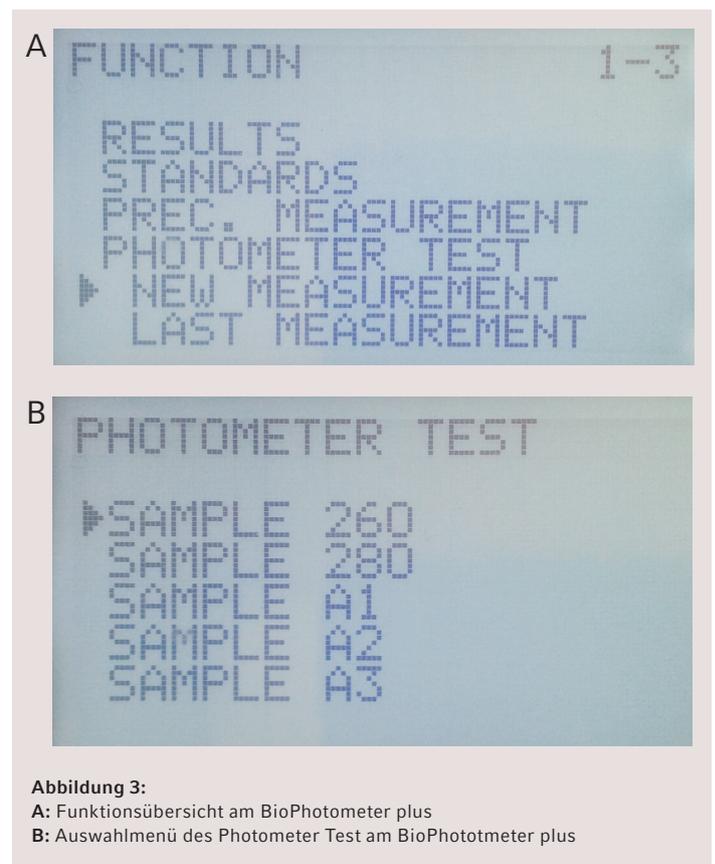
A) Allgemeine Informationen:

- > Die Testmessungen sollten bei einer Temperatur von ca. 20 °C durchgeführt werden.
- > Für die Durchführung des Photometertests werden die Sekundär UV-VIS-Filter benötigt, die wie normale Küvetten in den Küvettschacht eingesetzt werden. Für den Test werden jeweils die für das BioPhotometer oder BioSpectrometer zugehörigen Filtersätze benötigt (s. Bestellinformationen).
- > Es ist darauf zu achten, dass die Testfilter sauber und staubfrei sind und für die Messungen mit ihren Aufklebern nach vorne zum Anwender orientiert sind. Die optischen Teile können ggf. mit einem fusselreien Tuch gereinigt werden.
- > Für die Auswertung des Photometertests können die beigefügten Blanko-Formulare (s. Anhang) verwendet werden, indem Sie die zulässigen Grenzwerte aus dem Zertifikat im Deckel des Filterkastens in das Formblatt übernehmen und anschließend mit den Messwerten direkt vergleichen.

B) Durchführung der Messung am BioPhotometer plus

- > Schalten Sie das Gerät ein.
- > Drücken Sie die FUNCTION-Taste und wählen Sie im Menü mit den Cursor-Tasten (▼▲) die Funktion NEW MEASUREMENT unter PHOTOMETER TEST aus (Abbildung 3A). Bestätigen Sie mit ENTER.
- > Es erscheinen folgende Messprotokolle: SAMPLE 260 nm und SAMPLE 280 nm für die Bestimmung von Richtigkeit und Präzision der Wellenlängen 260 und 280 nm sowie SAMPLE A1, SAMPLE A2 und SAMPLE A3 für die Bestimmung von photometrischer Richtigkeit und Präzision bei 230, 260, 280, 340, 405, 490, 550, 595 und 650 nm.
- > Wählen Sie mit den Cursor-Tasten das entsprechende Messprotokoll aus und bestätigen Sie die Auswahl mit ENTER (Abb. 3B). (Wir empfehlen für die Überprüfung des BioPhotometers plus alle 5 Messprotokolle nacheinander durchzuführen).
- > Setzen Sie den Filter BLANK A0 ein.
- > Drücken Sie ENTER zur Durchführung des Nullwertabgleichs.
- > Setzen Sie den entsprechenden SAMPLE Filter ein.
- > Drücken Sie ENTER. Das BioPhotometer plus führt automatisch 15 Messzyklen durch und berechnet daraus Mittelwerte und Variationskoeffizienten (VK).

- > Vergleichen Sie die Mittelwerte und VK's mit den für den jeweiligen Testfilter zulässigen Grenzwerten. Die Grenzwerte finden Sie auf dem Zertifikat im Deckel des Filterkastens.
- > Drücken Sie ENTER oder FUNCTION um das nächste Messprotokoll auswählen zu können.



C) Durchführung der Messung am BioSpectrometer bzw. BioPhotometer D30

- > Schalten Sie das Gerät ein.
- > Wenn das Hauptmenü erscheint, drücken Sie auf die Taste function am Gerät oder betätigen den entsprechenden Softkey, der im Display unten rechts angezeigt wird (Abb. 4A).
- > Gehen Sie auf die „Subgroup“ „Device calibration“ und wählen hier „Photometer unit“ (BioPhotometer D30) oder „Spectrometer Unit“ (BioSpectrometer) (Abb. 4B). Öffnen Sie die Methode mit ENTER.
- > Es erscheinen folgende Messprotokolle (Abb. 4C):
 - a) Wellenlängenrichtigkeit prüfen: Bestimmung der Präzision und Richtigkeit bei den Wellenlängen 260, 280 und 800 nm. Beim BioPhotometer D30 werden nur die Wellenlängen 260 und 280 nm überprüft.
 - b) Photometrische Richtigkeit prüfen: Mittels der Breitbandfilter SAMPLE A1, SAMPLE A2 und SAMPLE A3 wird die photometrische Richtigkeit und Präzision bei 260, 280, 320, 405, 550, 562, 595, 700 und 800 nm bestimmt (BioPhotometer D30: 260, 280, 320, 405, 550, 562, 595 nm).
- > Wählen Sie mit den Cursor-Tasten das entsprechende Messprotokoll aus und bestätigen Sie die Auswahl mit ENTER.
- > Setzen Sie den Filter BLANK A0 ein.
- > Drücken Sie „Blank“ zur Durchführung des Nullwertabgleichs.
- > Setzen Sie den entsprechenden SAMPLE Filter ein.
- > Drücken Sie „Sample“. Das BioPhotometer D30 und BioSpectrometer führt automatisch 15 Messzyklen durch und berechnet daraus Mittelwerte und Variationskoeffizienten (VK).
- > Vergleichen Sie die Mittelwerte und VK's mit den für den jeweiligen Testfilter zulässigen Grenzwerten. Die Grenzwerte finden Sie auf dem Zertifikat im Deckel des Filterkastens.
- > Beim BioSpectrometer fluorescence kann zusätzlich noch die Fluoreszenz-Einheit überprüft werden. Für Fluoreszenz-Messungen stehen je nach Fluoreszenz-Stärke der Probe zwei dynamische Messbereiche zur Verfügung. Diese Bereiche stehen bezüglich der Messintensität in einem festen Verhältnis zueinander. Mit dem Referenzfilter (F1) für die Fluoreszenz-Einheit kann dieses Verhältnis überprüft werden (Abb. 4D).

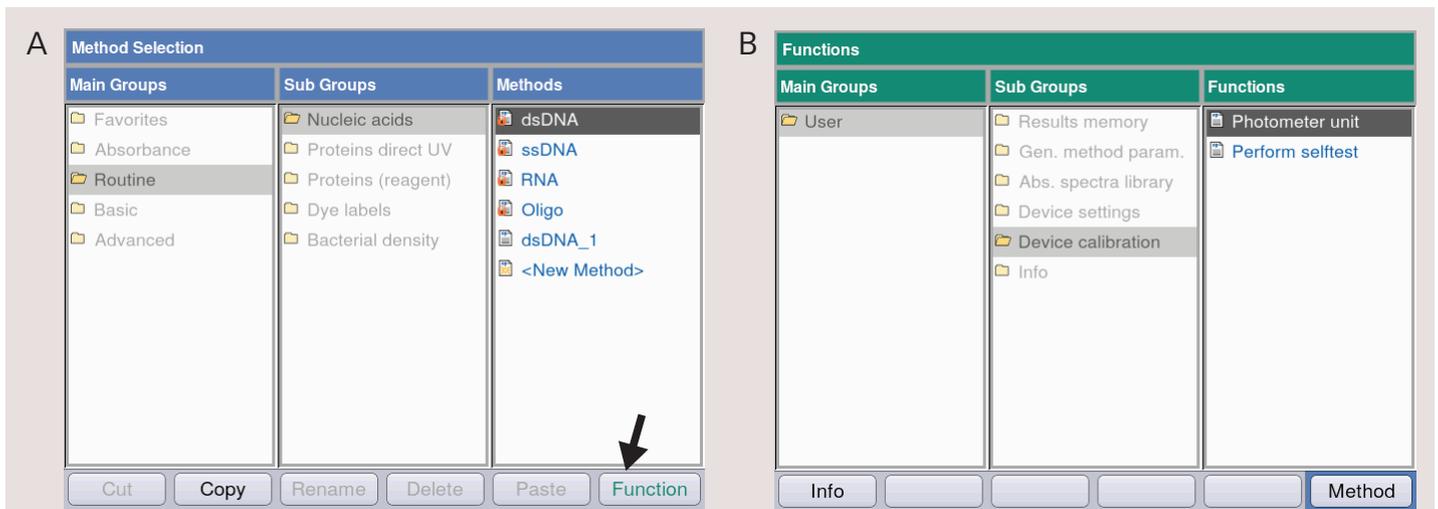
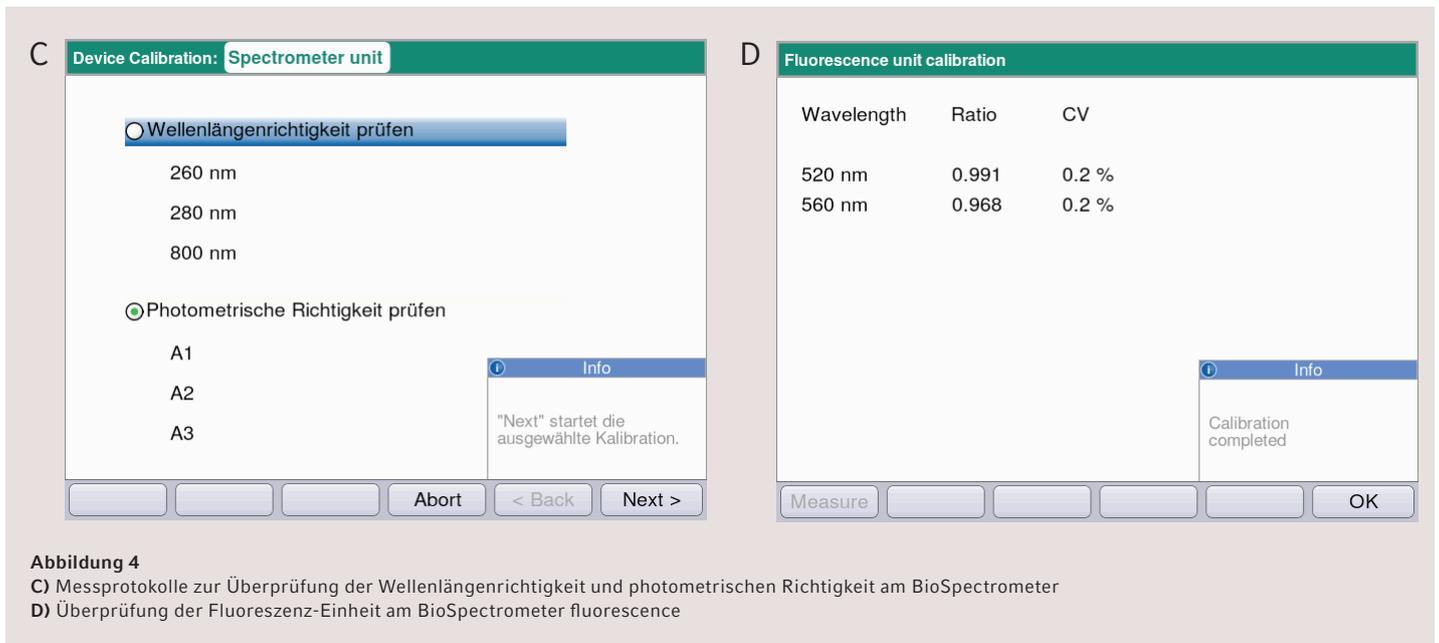


Abbildung 4:

A) Eingangsmenü am BioSpectrometer bzw. BioPhotometer D30. Durch das Betätigen des Softkeys „Functions“ (Pfeil) gelangt man zu den Gerätefunktionen inkl. Photometer- bzw. Spectrometertest.

B) Funktionsübersicht am BioSpectrometer bzw. BioPhotometer D30: Zum Photometer bzw. Spectrometertest gelangt man über „Sub Group“ und „Device calibration“



D) Problembehandlung

Wenn die gemessenen Werte auch nach einer Wiederholungsmessung nicht innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, sollten Sie Ihr BioPhotometer oder BioSpectrometer durch einen geschulten Service-Techniker überprüfen lassen. Die zertifizierten Grenzwerte der Sekundär UV-VIS-Filter und der Testfilter für das BioSpectrometer fluorescence sind für maximal 2 Jahre gültig. Die spätestens dann notwendige Kalibrierung der Filter erfolgt durch den technischen Service. Für weitere Einzelheiten zum technischen Support wenden Sie sich bitte an Ihre lokale Eppendorf Vertriebsorganisation.

E) Definitionen

Photometrische Richtigkeit, bezeichnet die maximale Abweichung des Mittelwerts der vom Photometer angezeigten Meßwerte innerhalb eines bestimmten photometrischen Meßbereiches.

Wellenlängenrichtigkeit, bezeichnet die maximale Abweichung des Mittelwerts der vom Photometer angezeigten Meßwerte innerhalb eines bestimmten photometrischen Meßbereiches bei einer oder mehreren Wellenlängen.

Appendix: Photometer Test Protokolle – BioPhotometer plus


Eppendorf BioPhotometer® Plus

| | | | | | | |
|---|------------|---------------------------|---|--|--|--|
| Photometrischer Test mit / Photometry test with Eppendorf Secondary-UV-VIS-Filter Bestell Nr. / Order No. 6131 931.008 Grenzen sind rückführbar auf NIST®: SRM 2034, SN 04-A, SRM 2031a, SN 667 und gemessen gegen Leerwert A0 / Limits are traceable to NIST: SRM 2034, SN 04-A, SRM 2031a, SN 667 and measured against Reference Blank A0. | | | | | | |
| O. Leerwert / Reference | | Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | | |
| | | Blank A0 | | 230 - 650 nm | | |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | | Zufällige Messabweichung Random / measurement deviation | |
| 1. Wellenlänge / Wavelength accuracy | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E [#] / Limiting values A [#] | Istwerte E [#] / Actual values A [#] | Grenzwerte VK [#] / Limiting values CV [#] | Istwerte VK [#] / Actual values CV [#] |
| Probe 260 nm Sample 260 nm | | 260 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| Probe 280 nm Sample 280 nm | | 280 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | |
| 2. Photometrische Werte / Photometric values | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E [#] / Limiting values A [#] | Istwerte E [#] / Actual values A [#] | Grenzwerte VK [#] / Limiting values CV [#] | Istwerte VK [#] / Actual values CV [#] |
| Sample A 1 | | 230 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 260 nm | | | | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 340 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 490 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| Sample A2 | | 230 nm | | | ≤ 1.0% | % |
| | | 260 nm | | | | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 340 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 490 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| Sample A3 | | 230 nm | | | ≤ 1.5% | % |
| | | 260 nm | | | | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 340 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 490 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| 3. Elektrische Prüfung / Electric test | | | | | | |
| | | | | Grenzwerte / Limiting values | Istwerte / Actual values | |
| Schutzimpedanz / Bonding impedance | | | | ≤ 0.2 Ohm | | |
| Ableitstrom / Accessible current | | | | ≤ 3.5 mA | | |
| Isolation | | | | ≥ 70 MOhm | | |
| Datum / Date, Ort / Place | | Geprüft durch / Tested by | | Seriennummer / Serial No. | Software Version | |

Die Grenzwerte beinhalten die systematischen Fehler des Gerätes und der Mess- und Kalibriermittel. / Limits include the systematic error of the instrument and the measurement and calibration equipment. Eppendorf ist zertifiziert nach DIN ISO 9001/ Eppendorf is certified according to DIN ISO 9001.

Appendix: Photometer Test Protokolle – BioPhotometer D30


Eppendorf BioPhotometer® D30

Photometrischer Test mit / Photometry test with Eppendorf Test-Filter (Satz Nr. / Set No.)
 Grenzen sind rückführbar auf NIST®: SRM 2034, SN 04-A, SN 667 und gemessen gegen Leerwert AO
 Limits are traceable to NIST: SRM 2034, SN 04-A, SN 667 and measured against Reference Blank AO

| O. Leerwert / Reference | | Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | | |
|---|------------|--------------------------|---|--|--|--|
| | | Blank AO | | 260 - 800 nm | | |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | |
| 1. Wellenlänge / Wavelength accuracy | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E [#] / Limiting values A [#] | Istwerte E [#] / Actual values A [#] | Grenzwerte VK [#] / Limiting values CV [#] | Istwerte VK [#] / Actual values CV [#] |
| Probe 260 nm Sample 260 nm | | 260 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| Probe 280 nm Sample 280 nm | | 280 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| 2. Photometrische Werte / Photometric values | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E [#] / Limiting values A [#] | Istwerte E [#] / Actual values A [#] | Grenzwerte VK [#] / Limiting values CV [#] | Istwerte VK [#] / Actual values CV [#] |
| Sample A1 | | 260 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| Sample A2 | | 260 nm | | | ≤ 2.0% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| Sample A3 | | 260 nm | | | ≤ 1.5% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Ort / Location, Datum /Date | | Geprüft durch /Tested by | | Seriennummer / Serial No. | | Software Version |

Die Grenzwerte beinhalten die systematischen Fehler des Gerätes und der Mess- und Kalibriermittel. / Limits include the systematic error of the instrument and the measurement and calibration equipment.
 Eppendorf ist zertifiziert nach DIN ISO 9001 / Eppendorf is certified according to DIN ISO 9001.

Appendix: Photometer Test Protokolle – BioSpectrometer basic kinetic


Eppendorf BioSpectrometer® basic/kinetic

| Photometrischer Test mit I Photometry test with Eppendorf Test-Filter (Satz Nr. / Set No.) Grenzen sind rückführbar auf NIST®: SRM 2034, SN 04-A, SN 667 und gemessen gegen Leerwert AO Limits are traceable to NIST: SRM 2034, SN 04-A, SN 667 and measured against Reference Blank AO | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------|--|--|---|-------------------------------------|
| O. Leerwert / Reference | | Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | | |
| | | Blank AO | | 260 - 800 nm | | |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | | |
| 1. Wellenlänge / Wavelength accuracy | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E# / Limiting values A# | Istwerte E# / Actual values A# | Grenzwerte VK# / Limiting Values CV# | Istwerte VK# / Actual values CV# |
| Probe 260 nm Sample 260 nm | | 260 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| Probe 280 nm Sample 280 nm | | 280 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| Probe 800 nm Sample 800 nm | | 800 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | | |
| 2. Photometrische Werte / Photometric values | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E# / Limiting values A# | Istwerte E# / Actual values A# | Grenzwerte VK# / Limiting values CV# | Istwerte VK# / Actual values CV# |
| Sample A1 | | 260 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | 700 nm | | | | % |
| Sample A2 | | 260 nm | | | ≤ 2.0% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | 700 nm | | | | % |
| Sample A3 | | 260 nm | | | ≤ 1.5% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | 700 nm | | | | % |
| 800 nm | | | % | | | |
| 3. Thermische Prüfung mit / Thermal check with Testo® Temperature Set | | | | | | |
| | | | Grenzwerte / Limiting values | Istwerte / Actual values | | |
| 20 °C | | | | 19,7 °C - 20,3 °C | | |
| 25 °C | | | | 24,7 °C - 25,3 °C | | |
| 30 °C | | | | 29,7 °C - 30,3 °C | | |
| 37 °C | | | | 36,7 °C - 37,3 °C | | |
| 42 °C | | | | 41,7 °C - 42,3 °C | | |
| Ort / Location, Datum / Date | | Geprüft durch / Tested by | | Seriennummer / Serial No. | | Software Version |

Die Grenzwerte beinhalten die systematischen Fehler des Gerätes und der Mess- und Kalibriermittel. / Limits include the systematic error of the instrument and the measurement and calibration equipment.
Eppendorf ist zertifiziert nach DIN ISO 9001 / Eppendorf is certified according to DIN ISO 9001.

Appendix: Photometer Test Protokolle – BioSpectrometer fluorescence

Eppendorf BioSpectrometer® fluorescence

Photometrischer Test mit / Photometry test with Eppendorf Test-Filter (Satz Nr. / Set No.)

Grenzen sind rückführbar auf NIST®: SRM 2034, SN 04-A, SRM 2031a, SN 667 und gemessen gegen Leerwert AO

Limits are traceable to NIST: SRM 2034, SN 04-A, SRM 2031a, SN 667 and measured against Reference Blank AO

| O. Leerwert / Reference | | Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | | |
|---|------------|--------------------------|---|--------------------------------|---|----------------------------------|
| | | Blank AO | | 260 – 800 nm | | |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | |
| 1. Wellenlänge / Wavelength accuracy | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E# / Limiting values A# | Istwerte E# / Actual values A# | Grenzwerte VK# / Limiting values CV# | Istwerte VK# / Actual values CV# |
| Probe 260 nm Sample 260 nm | | 260 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| Probe 280 nm Sample 280 nm | | 280 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| Probe 800 nm Sample 800 nm | | 800 ± 1 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | | Systematische Messabweichung / Systematic measurement deviation | | Zufällige Messabweichung / Random measurement deviation | |
| 2. Photometrische Werte / Photometric values | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E# / Limiting values A# | Istwerte E# / Actual values A# | Grenzwerte VK# / Limiting values CV# | Istwerte VK# / Actual values CV# |
| Sample A1 | | 260 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | 700 nm | | | | % |
| Sample A2 | | 260 nm | | | ≤ 2.0% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | 700 nm | | | | % |
| Sample A3 | | 260 nm | | | ≤ 1.5% | % |
| | | 280 nm | | | | % |
| | | 320 nm | | | | % |
| | | 405 nm | | | | % |
| | | 550 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 562 nm | | | | % |
| | | 595 nm | | | | % |
| | | 700 nm | | | | % |
| 800 nm | | | % | | | |
| 3. Fluoreszenz Prüfung mit / Fluorescence check with | | | | | | |
| Testfilter | Filtercode | Wellenlänge / Wavelength | Grenzwerte E# / Limiting values A# | Istwerte E# / Actual values A# | Grenzwerte VK# / Limiting values CV# | Istwerte VK# / Actual values CV# |
| Fluorescence | | 520 nm | | | ≤ 3.0% | % |
| | | 560 nm | | | | % |
| Ort / Location, Datum / Date | | Geprüft durch / Test by | | Seriennummer / Serial No. | | Software Version |

Bestellinformationen

| Beschreibung | Best.-Nr. international | Best.-Nr. North America |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Eppendorf BioPhotometer® plus, 230 V / 50-60 Hz, Netzstecker Europa, 120 V / 50-60 Hz, Netzstecker Nordamerika | 6132 000.008 | 952000006 |
| Eppendorf BioPhotometer® plus Reference filter set | 6131 928.007 | 952010221 |
| Eppendorf BioPhotometer® D30, 230 V / 50-60 Hz, Netzstecker Europa, 120 V / 50-60 Hz, Netzstecker Nordamerika | 6133 000.001 | 6133000010 |
| Eppendorf BioPhotometer® D30 Reference filter set | 6133 928.004 | 6133928004 |
| Eppendorf BioSpectrometer® basic, 230 V / 50-60 Hz, Netzstecker Europa, 120 V / 50-60 Hz, Netzstecker Nordamerika | 6135 000.009 | 6135000017 |
| Eppendorf BioSpectrometer® kinetic, 230 V / 50-60 Hz, Netzstecker Europa, 120 V / 50-60 Hz, Netzstecker Nordamerika | 6136 000.002 | 6136000010 |
| Eppendorf BioSpectrometer® Reference filter set | 6135 928.001 | 6135928001 |
| Eppendorf BioSpectrometer® fluorescence, 230 V / 50-60 Hz, Netzstecker Europa, 120 V / 50-60 Hz, Netzstecker Nordamerika | 6137 000.006 | 6137000014 |
| Eppendorf BioSpectrometer® fluorescence Reference filter set | 6137 928.009 | 6137928009 |
| Thermodrucker DPU-S445 inkl. Netzteil und Druckerkabel 230 V, EU 115 V / 100 V, Netzstecker Nordamerika | 6135 011.000 | 6135010004 |
| Thermopapier 5 Rollen | 0013 021.566 | 952010409 |

Your local distributor: www.eppendorf.com/contact

Eppendorf AG · 22331 Hamburg · Germany
eppendorf@eppendorf.com · www.eppendorf.com

www.eppendorf.com

NIST® is a registered trademark of National Institute of Standards and Technology, USA. Testo® is a registered trademark of Testo AG, Germany. Eppendorf®, the Eppendorf Logo, the epServices® logo, Eppendorf BioPhotometer® and Eppendorf BioSpectrometer® are registered trademarks of Eppendorf AG, Germany. U.S. Design Patents are listed on www.eppendorf.com/ip. All rights reserved, including graphics and images. Copyright © 2015 by Eppendorf AG.