

# Physikalisch- Technische Bundesanstalt



**DKD**

---

## **Expertenbericht DKD-E 8-4**

Wechsel der Spitzen bei der  
Kalibrierung von Kolbenhubpipetten –  
wirtschaftliche und ökologische  
Aspekte

---

Ausgabe 10/2023

<https://doi.org/10.7795/550.20240508>



	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	2 / 13

## Deutscher Kalibrierdienst (DKD)

Im DKD sind Kalibrierlaboratorien von Industrieunternehmen, Forschungsinstituten, technischen Behörden, Überwachungs- und Prüfinstitutionen seit der Gründung 1977 zusammengeschlossen. Am 03. Mai 2011 erfolgte die Neugründung des DKD als *technisches Gremium* der PTB und der akkreditierten Laboratorien.

Dieses Gremium trägt die Bezeichnung Deutscher Kalibrierdienst (DKD) und steht unter der Leitung der PTB. Die vom DKD erarbeiteten Richtlinien und Leitfäden stellen den Stand der Technik auf dem jeweiligen technischen Fachgebiet dar und stehen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) für die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien zur Verfügung.

Die akkreditierten Kalibrierlaboratorien werden von der DAkkS als Rechtsnachfolgerin des DKD akkreditiert und überwacht. Sie führen Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die bei der Akkreditierung festgelegten Messgrößen und Messbereiche durch. Die von ihnen ausgestellten Kalibrierscheine sind ein Nachweis für die Rückführung auf nationale Normale, wie sie von der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 und der DIN EN ISO/IEC 17025 gefordert wird.

### Kontakt:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

DKD-Geschäftsstelle

Bundesallee 100 38116 Braunschweig

Postfach 33 45 38023 Braunschweig

Telefon Sekretariat: 0531 592-8021

Internet: <https://www.ptb.de/cms/metrologische-dienstleistungen/dkd.html>

	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	3 / 13

*Zitiervorschlag für die Quellenangabe:*

*Expertenbericht DKD-E 8-4 Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte, Ausgabe 10/2023, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. DOI: 10.7795/550.20240508*

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt und unterliegt der Creative Commons Nutzerlizenz CC by-nc-nd 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>). In diesem Zusammenhang bedeutet „nicht-kommerziell“ (NC), dass das Werk nicht zum Zwecke der Einnahmenerzielung verbreitet oder öffentlich zugänglich gemacht werden darf. Eine Nutzung seiner Inhalte für die gewerbliche Verwendung in Laboratorien ist ausdrücklich erlaubt.



Autoren:

Dr. Olaf Schnelle-Werner, ZMK & ANALYTIK GmbH, Wolfen

Dr. Ulrich Breuel, ZMK & ANALYTIK GmbH, Wolfen

Elke Winzer, ZMK & ANALYTIK GmbH, Wolfen

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für den Deutschen Kalibrierdienst (DKD) als Ergebnis der Zusammenarbeit der PTB mit dem Fachausschuss *Chemische Messgrößen und Materialeigenschaften* des DKD.

	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	4 / 13

## Vorwort

DKD-Expertenberichte verfolgen das Ziel, Hintergrundinformationen und Hinweise zu geben, die im Zusammenhang mit anderen DKD-Dokumenten stehen, wie z. B. den DKD-Richtlinien, jedoch z. T. weit darüber hinausgehen. Sie ersetzen die originären DKD-Dokumente nicht, geben jedoch zahlreiche wissenswerte Zusatzinformationen. In den Expertenberichten wird nicht notwendigerweise in allen Details die Sichtweise des Vorstands oder der Fachausschüsse des DKD wiedergegeben.

Die DKD-Expertenberichte sollen wesentliche Aspekte aus dem Bereich des Kalibrierwesens darstellen und durch die Publikation im Rahmen des DKD der großen Gemeinschaft der Kalibrierlaboratorien national und international zugänglich gemacht werden.

	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	5 / 13

## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund .....	6
2	Durchführung der Untersuchungen .....	6
3	Durchführung der Messungen .....	6
4	Kalibriergegenstände .....	7
5	Kalibrierergebnisse.....	7
6	Auswertung der Ergebnisse .....	11
7	Wirtschaftliche und ökologische Aspekte.....	12
7.1	Wirtschaftliche Auswirkungen .....	12
7.2	Auswirkungen auf die Umwelt .....	12
8	Literaturverzeichnis .....	12

## Abkürzungen / Begriffserklärungen

DAkKS	Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
DIN	Deutsches Institut für Normung
DKD	Deutscher Kalibrierdienst
DKD-R	Kalibrierrichtlinie des DKD
EN	Europäische Norm
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
ZMK	Zentrum für Messen und Kalibrieren & ANALYTIK GmbH

	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	6 / 13

## 1 Hintergrund

Bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten muss gemäß neuer Fassung der ISO 8655-6 [1] ein Spitzenwechsel durchgeführt werden.

Die Anforderungen für den Austausch von Spitzen werden in Kapitel 8.3.2 der ISO 8655-6 aufgeführt.

Die Notwendigkeit eines Spitzenwechsels wird damit begründet, dass man dadurch den Gebrauch schadhafter oder falsch gefertigter Spitzen aufdecken und somit verhindern kann. Die Anforderungen zum Austausch der Spitzen gelten auch für Kolbenhubpipetten mit Direktverdrängung.

Für eine Serie von 10 Wiederholungsmessungen sollten mindestens 2 Spitzen verwendet werden. Ein Wechsel der Spitze sollte daher nach 5 Messungen erfolgen. Als Mindestanforderung ergibt sich daraus ein Schema von 2 · 5 Messungen. Nach Interpretation der Autoren schließt die Norm andere Schemata mit mehr als einem Spitzenwechsel nicht aus.

Um den Einfluss eines Spitzenwechsels zu überprüfen, hat das ZMK wiederholt Untersuchungen durchgeführt.

## 2 Durchführung der Untersuchungen

Für die Tests wurden 10 Kolbenhubpipetten mit Luftpolster nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

- Einkanal-Kolbenpipetten (variables und festes Volumen)
- Kundengeräte (keine Referenzgeräte vom ZMK, da diese einer besonderen Wartung und Instandhaltung unterliegen)
- unterschiedliche Hersteller
- unterschiedliche Messbereiche

Im Rahmen von Kundenaufträgen wurden die Pipetten zunächst kalibriert. Gemäß DKD-R 8-1 [2] wurden die Spitzen nicht ausgewechselt. Die Ergebnisse wurden entsprechend der Kundenaufträge in DAkKS-Kalibrierscheinen dokumentiert.

Zusätzlich wurden die Pipetten dann erneut kalibriert, wobei dann ein Spitzenwechsel vorgenommen wurde. Die Ergebnisse dieser Kalibrierungen wurden den Kunden nicht zugänglich gemacht.

Die Ergebnisse beider Kalibrierungen wurden durch Berechnung des  $E_n$ -Wertes miteinander verglichen.

## 3 Durchführung der Messungen

Die Kalibrierungen ohne Spitzenwechsel wurden in folgenden Schritten durchgeführt:

1. Befestigen der Spitze
2. Befeuchten des Luftpolsters, 5 mal
3. Aufnahme von 10 Messwerten
4. Entfernen der Spitze

	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	7 / 13

Die Messungen mit Wechsel der Spitzen gemäß dem Schema 2 · 5 beinhaltet folgende Schritte:

1. Befestigen der Spitze
2. Befeuchtung des Luftpolsters, 5 mal
3. Aufnahme von 5 Messwerten
4. Entfernen der Spitze
5. Befestigen einer neuen Spitze
6. Befeuchtung des Luftpolsters, 5 mal
7. Aufnahme von 5 Messwerten
8. Entfernen der Spitze

#### 4 Kalibriergegenstände

Für die Untersuchungen wurden die nachfolgend aufgeführten Kolbenhubpipetten mit Luftpolster verschiedener Hersteller verwendet:

- Eppendorf Reference blue, 500 µl, serial number 4103124
- Eppendorf Reference 2 red, 250 µl - 2500 µl, serial number R34938C
- Eppendorf Reference grey/yellow, 10 µl, serial number 2365997
- Eppendorf Research plus, 10 µl - 100 µl, serial number K24886J
- Socorex Calibra 822, 100 µl - 1000 µl, serial number 18041035
- BRAND Transferpette, 500 µl - 5000 µl, serial number 09J48760
- Rainin Pipet-Lite, 100 µl - 1000 µl, serial number H0100141A
- BRAND Transferpette S, 1000 µl, serial number 10F88916
- Thermo Electron FinnpiPET, 10 µl - 100 µl, serial number DH21843
- HTL CLINIPET + CP5, 5 µl, serial number 922040055

Für die Untersuchungen wurden ausschließlich Originalspitzen der jeweiligen Pipettenhersteller verwendet.

#### 5 Kalibrierergebnisse

Die folgenden Tabellen 1 bis 10 enthalten die Ergebnisse der Kalibrierungen, einschließlich  $E_n$ -Wert.

Volumen ohne Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) ohne Austausch der Spitze	Volumen bei Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) bei Wechsel der Spitze	$E_n$ -Wert
in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	
499,76	0,60	499,74	0,60	0,02

**Tabelle 1:** Ergebnisse für Eppendorf Reference blue, 500  $\mu\text{l}$ , Seriennummer 4103124

Volumen ohne Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) ohne Austausch der Spitze	Volumen bei Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) bei Wechsel der Spitze	$E_n$ -Wert
in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	
254,71	1,88	254,68	1,88	0,01
1252,5	2,8	1252,5	2,8	0,00
2499,3	3,8	2499,2	3,8	0,02

**Tabelle 2:** Ergebnisse für Eppendorf Reference 2 red, 250  $\mu\text{l}$  - 2500  $\mu\text{l}$ , Seriennummer R34938C

Volumen ohne Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) ohne Austausch der Spitze	Volumen bei Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) bei Wechsel der Spitze	$E_n$ -Wert
in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	
10,08	0,03	10,08	0,03	0,02

**Tabelle 3:** Ergebnisse für Eppendorf Reference grey/yellow, 10  $\mu\text{l}$ , Seriennummer 2365997

Volumen ohne Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) ohne Wechsel der Spitze in µl	Volumen bei Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) bei Wechsel der Spitze in µl	$E_n$ -Wert
10,059	0,075	10,063	0,075	0,04
50,055	0,110	50,054	0,110	0,01
100,281	0,150	100,273	0,150	0,04

**Tabelle 4:** Ergebnisse für Eppendorf Research plus, 10 µl - 100 µl, Seriennummer K24886J

Volumen ohne Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) ohne Wechsel der Spitze in µl	Volumen bei Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) bei Wechsel der Spitze in µl	$E_n$ -Wert
101.00	0,75	101,29	0,75	0,27
497.8	1,1	498,2	1,1	0,31
996.6	1,5	996,6	1,5	0,03

**Tabelle 5:** Ergebnisse für Socorex Calibra 822, 100 µl - 1000 µl, Seriennummer 18041035

Volumen ohne Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) ohne Wechsel der Spitze in µl	Volumen bei Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) bei Wechsel der Spitze in µl	$E_n$ -Wert
489.08	3,75	491,37	3,75	0,43
2492.8	5,5	2491,2	5,5	0,21
5012.3	7,5	5010,4	7,5	0,18

**Tabelle 6:** Ergebnisse für BRAND Transferpette, 500 µl - 5000 µl, Seriennummer 09J48760

Volumen ohne Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) ohne Wechsel der Spitze in µl	Volumen bei Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) bei Wechsel der Spitze in µl	$E_n$ -Wert
102.186	0,750	102,176	0,750	0,01
498.47	1,10	498,51	1,10	0,03
997.90	1,50	997,89	1,50	0,00

**Tabelle 7:** Ergebnisse für Rainin Pipet-Lite, 100 µl - 1000 µl, Seriennummer H0100141A

Volumen ohne Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) ohne Wechsel der Spitze in µl	Volumen bei Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) bei Wechsel der Spitze in µl	$E_n$ -Wert
999.99	1,20	999,96	1,20	0,02

**Tabelle 8:** Ergebnisse für BRAND Transferpette S, 1000 µl, Seriennummer 10F88916

Volumen ohne Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) ohne Wechsel der Spitze in µl	Volumen bei Wechsel der Spitze in µl	Erweiterte Unsicherheit (k = 2) bei Wechsel der Spitze in µl	$E_n$ -Wert
10,191	0,075	10,191	0,075	0,00
100,375	0,150	100,375	0,150	0,00

**Tabelle 9:** Ergebnisse für Thermo Electron Finnpipette, 10 µl - 100 µl, Seriennummer DH21843

Volumen ohne Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) ohne Wechsel der Spitze	Volumen bei Wechsel der Spitze	Erweiterte Unsicherheit ( $k = 2$ ) bei Wechsel der Spitze	$E_n$ -Wert
in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	in $\mu\text{l}$	
5,051	0,038	5,052	0,038	0,02

**Tabelle 10:** Ergebnisse für HTL CLINIPET + CP5, 5  $\mu\text{l}$ , Seriennummer 922040055

## 6 Auswertung der Ergebnisse

Die absoluten Werte von  $E_n$  sind deutlich kleiner als 1. Dies gilt sowohl für Pipetten verschiedener Hersteller und mit unterschiedlichen Messbereichen (auch  $< 100 \mu\text{l}$ ) als auch für vom Kunden im täglichen Gebrauch verwendete Pipetten (keine Referenzpipetten).

Ein Einfluss des Spitzenwechsels konnte daher nicht nachgewiesen werden.

Dies bestätigt das Verfahren zur Pipettenkalibrierung gemäß DKD-R 8-1:

### 7.2 Pipettenspitzen – Zubehör für die Dosierung

Pipettenspitzen, die auf den Pipettenschaft aufgesteckt werden, dienen der Volumenabgabe bei Kolbenhubpipetten. Es dürfen nur unbenutzte und vom Hersteller zugelassene Pipettenspitzen verwendet werden. Wie die Kolbenhubpipetten müssen auch die Pipettenspitzen vor Beginn der Kalibrierung mindestens zwei Stunden im Messraum gelagert werden.

Nach DIN EN ISO 8655-2 wird ein Austausch der Spitzen nach jeder einzelnen Messung empfohlen. Abweichungen von dieser Regel sind jedoch zulässig. Gemäß dieser Richtlinie kann eine Pipette mit einer Pipettenspitze pro Kanal kalibriert werden. Allerdings muss das Luftpolster zu Beginn der Kalibrierung vorab fünf Mal befeuchtet werden. Eine Vorabbefeuchtung sollte auch erfolgen, wenn das Volumen geändert wird (Einstellung eines neuen Prüfvolumens).

Verbleiben Rückstände in der Spitze, ist diese grundsätzlich auszutauschen.

Muss eine Pipettenspitze ausgetauscht werden, so ist die neue ebenfalls vorab fünf Mal zu befeuchten.

	Wechsel der Spitzen bei der Kalibrierung von Kolbenhubpipetten – wirtschaftliche und ökologische Aspekte <a href="https://doi.org/10.7795/550.20240508">https://doi.org/10.7795/550.20240508</a>	DKD-E 8-4	
		Ausgabe:	10/2023
		Revision:	0
		Seite:	12 / 13

## 7 Wirtschaftliche und ökologische Aspekte

Der Austausch von Pipettenspitzen ist ein Thema, das nach wie vor in den Fachausschüssen diskutiert wird. Es besteht kein Konsens hinsichtlich der Notwendigkeit dieser Maßnahme. Es gibt sicherlich Fälle, in denen ein Spitzenwechsel sinnvoll und notwendig ist, um korrekte Kalibrierergebnisse zu erhalten. Die durchgeführten Untersuchungen haben keinen signifikanten Einfluss gezeigt.

Neben den rein technischen Aspekten sind die Autoren der Meinung, dass das Thema noch viel weitreichendere Auswirkungen in sich birgt, auf die nachfolgend eingegangen wird. Diese sind wirtschaftlicher und ökologischer Natur.

### 7.1 Wirtschaftliche Auswirkungen

Eine steigende Nachfrage nach Pipettenspitzen führt zu einem höheren Verbrauch an Rohstoffen. Dies gilt auch für Verpackungen wie beispielsweise Boxen für die Pipettenspitzen.

Eine ausreichende Versorgung mit Öl ist nicht gewährleistet.

Zudem erhöht die Verarbeitung von Rohstoffen den Energiebedarf.

Die Entsorgung gebrauchter Pipettenspitzen verursacht zusätzliche Kosten (und wiederum Energiekosten).

Und auch für die Lagerung fallen zusätzliche Kosten an (Bau- oder Mietkosten für Lagerräume).

### 7.2 Auswirkungen auf die Umwelt

Plastikmüll ist ein großes Problem für die Weltmeere. Aus diesem Grund plant die Europäische Union ein Verbot von Einweg-Plastikartikeln (Becher zum Mitnehmen, Strohhalme, Rührstäbchen, Wattestäbchen usw.).

Bei Pipettenspitzen handelt es sich um Einwegprodukte. Darüber hinaus fällt auch durch die Verpackungen (Pipettenschachteln) weiterer Plastikmüll an.

Die Verringerung der Verwendung von Kunststoffen ist daher für viele Branchen ein wichtiges Ziel.

Eine Entsorgung in Müllverbrennungsanlagen stellt auch keine wirkliche Alternative dar, denn die Folge ist ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN ISO 8655-6 Volumenmessgeräte mit Hubkolben – Teil 6: Gravimetrisches Referenzprüfverfahren zur Bestimmung des Volumens (ISO 8655-6:2022, korrigierte Fassung 2022-06); Deutsche Fassung EN ISO 8655-6:2022
- [2] DKD-R 8-1: Kalibrierung von Kolbenhubpipetten mit Luftpolster, Version 12/2011, Revision 1, Deutscher Kalibrierdienst (DKD), Braunschweig  
<https://doi.org/10.7795/550.20240307>



Herausgeber:

**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
Deutscher Kalibrierdienst  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

[www.dkd.eu](http://www.dkd.eu)  
[www.ptb.de](http://www.ptb.de)