

Register your instrument!  
[www.eppendorf.com/myeppendorf](http://www.eppendorf.com/myeppendorf)



## Eppendorf Eporator®

**Bedienungsanleitung**

Copyright© 2022 Eppendorf SE, Germany. All rights reserved, including graphics and images. No part of this publication may be reproduced without the prior permission of the copyright owner.

Excel® and Microsoft® are registered trademarks of Microsoft Corporation, USA.

Eppendorf Eporator® is a registered trademark of Eppendorf SE, Germany.

Eppendorf® and the Eppendorf Brand Design are registered trademarks of Eppendorf SE, Germany.

Registered trademarks and protected trademarks are not marked in all cases with ® or ™ in this manual.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anwendungshinweise</b> .....	<b>5</b>
1.1	Anwendung dieser Anleitung .....	5
1.2	Gefahrensymbole und Gefahrenstufen .....	5
1.2.1	Gefahrensymbole .....	5
1.2.2	Gefahrenstufen .....	5
1.3	Darstellungskonventionen .....	5
1.4	Glossar .....	6
<b>2</b>	<b>Allgemeine Sicherheitshinweise</b> .....	<b>7</b>
2.1	Bestimmungsgemäßer Gebrauch .....	7
2.2	Anforderung an den Anwender .....	7
2.3	Hinweise zur Produkthaftung .....	7
2.4	Sicherheitshinweise am Gerät .....	7
2.5	Gefährdungen bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch .....	8
<b>3</b>	<b>Produktbeschreibung</b> .....	<b>10</b>
3.1	Lieferumfang .....	10
3.2	Produktübersicht .....	10
3.3	Produkteigenschaften .....	11
3.3.1	Prinzip der Elektroporation .....	12
<b>4</b>	<b>Installation</b> .....	<b>13</b>
4.1	Installation vorbereiten .....	13
4.2	Standort wählen .....	13
4.3	Gerät installieren .....	13
<b>5</b>	<b>Bedienung</b> .....	<b>14</b>
5.1	Übersicht Bedienelemente .....	14
5.2	Empfehlungen für die Probenvorbereitung .....	15
5.2.1	DNA-Präparation .....	15
5.2.2	Elektroporationsmedium .....	16
5.2.3	Wachstum und Aufbereitung von Zellen .....	16
5.2.4	Temperatur .....	17
5.3	Elektroporation durchführen .....	17
5.3.1	Gerät einschalten .....	17
5.3.2	Elektroporationsküvette einsetzen .....	17
5.3.3	Elektroporieren .....	18
5.4	Regeneration der Zellen .....	19
5.5	Bestimmung der Transformationseffizienz .....	19
5.6	Programme .....	19
5.6.1	Programm laden .....	19
5.6.2	Programm speichern .....	20
5.7	Erweitere Einstellungen .....	20
5.8	Daten exportieren .....	21

**4** **Inhaltsverzeichnis**  
Eppendorf Eporator®  
Deutsch (DE)

<b>6</b>	<b>Problembehebung</b> .....	<b>22</b>
6.1	Allgemeine Fehler .....	22
6.2	Fehlermeldungen .....	23
6.2.1	Fehler bei der Bedienung .....	23
6.2.2	Gerätefehler .....	24
<b>7</b>	<b>Instandhaltung</b> .....	<b>25</b>
7.1	Reinigung .....	25
7.2	Sicherung ersetzen .....	26
<b>8</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>27</b>
8.1	Stromversorgung .....	27
8.2	Umgebungsbedingungen .....	27
8.3	Gewicht/Maße .....	27
8.4	Schnittstellen .....	27
8.5	Pulsintervalle .....	27
<b>9</b>	<b>Transport, Lagerung und Entsorgung</b> .....	<b>28</b>
9.1	Lagerung .....	28
9.2	Dekontamination vor Versand .....	28
9.3	Transport .....	28
9.4	Entsorgung .....	29
<b>10</b>	<b>Bestellinformation</b> .....	<b>30</b>
10.1	Eporator .....	30
10.2	Zubehör .....	30

## 1 Anwendungshinweise

### 1.1 Anwendung dieser Anleitung

- ▶ Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vollständig, bevor Sie das Gerät das erste Mal in Betrieb nehmen. Beachten Sie ggf. die Gebrauchsanweisungen des Zubehörs.
- ▶ Diese Bedienungsanleitung ist Teil des Produkts. Bewahren Sie sie gut erreichbar auf.
- ▶ Fügen Sie diese Bedienungsanleitung bei Weitergabe des Geräts an Dritte bei.
- ▶ Die aktuelle Version der Bedienungsanleitung in den verfügbaren Sprachen finden Sie auf unserer Internetseite [www.eppendorf.com/manuals](http://www.eppendorf.com/manuals).

### 1.2 Gefahrensymbole und Gefahrenstufen

#### 1.2.1 Gefahrensymbole

Die Sicherheitshinweise in dieser Anleitung haben die folgenden Gefahrensymbole und Gefahrenstufen:

	<b>Giftige Stoffe</b>		<b>Stromschlag</b>
	<b>Gefahrenstelle</b>		<b>Sachschaden</b>

#### 1.2.2 Gefahrenstufen

<b>GEFAHR</b>	Wird zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.
<b>WARNUNG</b>	Kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.
<b>VORSICHT</b>	Kann zu leichten bis mittelschweren Verletzungen führen.
<b>HINWEIS</b>	Kann zu Sachschäden führen.

### 1.3 Darstellungskonventionen

Darstellung	Bedeutung
1.	Handlungen in vorgegebener Reihenfolge
2.	
▶	Handlungen ohne vorgegebene Reihenfolge
•	Liste
<i>Text</i>	Display-Text oder Software-Text
	Zusätzliche Informationen

## 1.4 Glossar

### E

#### **Elektrische Feldstärke**

Quotient aus Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden (in V) und der Entfernung dieser Elektroden (Elektrodenpalt; in cm). Dieses gilt jedoch nur, wenn das elektrische Feld homogen ist, wie bei parallelen Plattenelektroden (wie z.B. in Elektroporationsküvetten).

### L

#### **Lichtbogenbildung**

Liegt eine elektrische Spannung zwischen zwei parallelen Elektroden an, fließt ein Strom in einer gleichmäßig verteilten Schicht. Überschreitet die Spannung einen kritischen Wert, verengt sich diese Schicht zu einem engen Kanal mit hoher Stromdichte, einem Lichtbogen. Das Material, aus dem die Elektroden bestehen, schmilzt an diesem Punkt. Es findet eine explosive Verdampfung statt. Unter diesen Bedingungen kann die Küvette zerstört werden.

### Z

#### **Zeitkonstante**

Zeit, in der die Spannung auf den Wert  $U/e$  abgeklungen ist.

## 2 Allgemeine Sicherheitshinweise

### 2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Eporator ist ausschließlich für die Verwendung in Innenräumen bestimmt und ermöglicht die einfache und sichere Elektroporation von Bakterien- und Hefestämmen bei Verwendung von Standardprotokollen.

### 2.2 Anforderung an den Anwender

Gerät und Zubehör dürfen nur von ausgebildetem Fachpersonal bedient werden.

Lesen Sie vor der Anwendung die Bedienungsanleitung und die Gebrauchsanweisung des Zubehörs sorgfältig durch und machen Sie sich mit der Arbeitsweise des Geräts vertraut.

### 2.3 Hinweise zur Produkthaftung

In den folgenden Fällen kann der vorgesehene Schutz des Geräts beeinträchtigt sein. Die Haftung für entstehende Sach- und Personenschäden geht dann auf den Betreiber über:

- Das Gerät wird nicht entsprechend der Bedienungsanleitung benutzt.
- Das Gerät wird außerhalb des bestimmungsgemäßen Gebrauchs eingesetzt.
- Das Gerät wird mit Zubehör oder Verbrauchsartikeln verwendet, die nicht von der Eppendorf SE empfohlen werden.
- Das Gerät wird von Personen, die nicht von der Eppendorf SE autorisiert wurden, gewartet oder instand gesetzt.
- Am Gerät werden vom Anwender unautorisiert Änderungen vorgenommen.

### 2.4 Sicherheitshinweise am Gerät

Darstellung	Bedeutung
	<b>WARNUNG</b> Beachten Sie die Bedienungsanleitung.

## 2.5 Gefährdungen bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch

---



**WARNUNG! Gesundheitsschädigung durch giftige, radioaktive oder aggressive Chemikalien sowie durch infektiöse Flüssigkeiten und pathogene Keime.**

- ▶ Beachten Sie die nationalen Bestimmungen zum Umgang mit diesen Substanzen, die biologische Sicherheitsstufe Ihres Labors sowie die Sicherheitsdatenblätter und Gebrauchshinweise der Hersteller.
- ▶ Tragen Sie Ihre persönliche Schutzausrüstung.
- ▶ Entnehmen Sie umfassende Vorschriften zum Umgang mit Keimen oder biologischem Material der Risikogruppe II oder höher dem "Laboratory Biosafety Manual" (Quelle: World Health Organization, Laboratory Biosafety Manual, in der jeweils aktuell gültigen Fassung).



**WARNUNG! Lebensgefährliche Spannungen im Inneren des Geräts.**

Wenn Sie Teile berühren, die unter hoher Spannung stehen, können Sie einen Stromschlag bekommen. Ein Stromschlag führt zu Verletzungen des Herzens und Atemlähmung.

- ▶ Stellen Sie sicher, dass das Gehäuse geschlossen und nicht beschädigt ist.
- ▶ Entfernen Sie das Gehäuse nicht.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass keine Flüssigkeiten in das Gerät gelangen. Das Gerät darf nur vom autorisierten Service geöffnet werden.



**WARNUNG! Stromschlag durch Schäden am Gerät oder Netzkabel.**

- ▶ Schalten Sie das Gerät nur ein, wenn Gerät und Netzkabel unbeschädigt sind.
- ▶ Nehmen Sie nur Geräte in Betrieb, die fachgerecht installiert oder instand gesetzt wurden.
- ▶ Trennen Sie das Gerät im Gefahrenfall von der Netzspannung. Ziehen Sie den Netzstecker aus dem Gerät oder der Steckdose. Verwenden Sie die vorgesehene Trennvorrichtung (z. B. Notschalter im Labor).



**WARNUNG! Gefahr durch falsche Spannungsversorgung.**

- ▶ Schließen Sie das Gerät nur an Spannungsquellen an, die den elektrischen Anforderungen auf dem Typenschild entsprechen.
- ▶ Verwenden Sie ausschließlich Steckdosen mit Schutzleiter.
- ▶ Verwenden Sie ausschließlich das mitgelieferte Netzkabel.

**VORSICHT! Sicherheitsmängel durch falsche Zubehör- und Ersatzteile.**

Zubehör- und Ersatzteile, die nicht von Eppendorf empfohlen sind, beeinträchtigen die Sicherheit, Funktion und Präzision des Geräts. Für Schäden, die durch nicht empfohlene Zubehör- und Ersatzteile oder unsachgemäßen Gebrauch verursacht werden, wird jede Gewährleistung und Haftung durch Eppendorf ausgeschlossen.

- ▶ Verwenden Sie ausschließlich von Eppendorf empfohlenes Zubehör und Original-Ersatzteile.

**HINWEIS! Geräteschäden durch Eindringen von Flüssigkeiten.**

Beim Elektroporieren mit Küvetten ohne Deckel kann Flüssigkeit in das Gerät eindringen.

- ▶ Verwenden Sie zum Elektroporieren ausschließlich Küvetten mit quadratischem Deckel.
-

**Produktbeschreibung**

Eppendorf Eporator®

Deutsch (DE)

**3 Produktbeschreibung****3.1 Lieferumfang**

Anzahl	Beschreibung
1	Eppendorf Eporator
1	Netzkabel
1	Küvettenhalter
1	Bedienungsanleitung Eporator

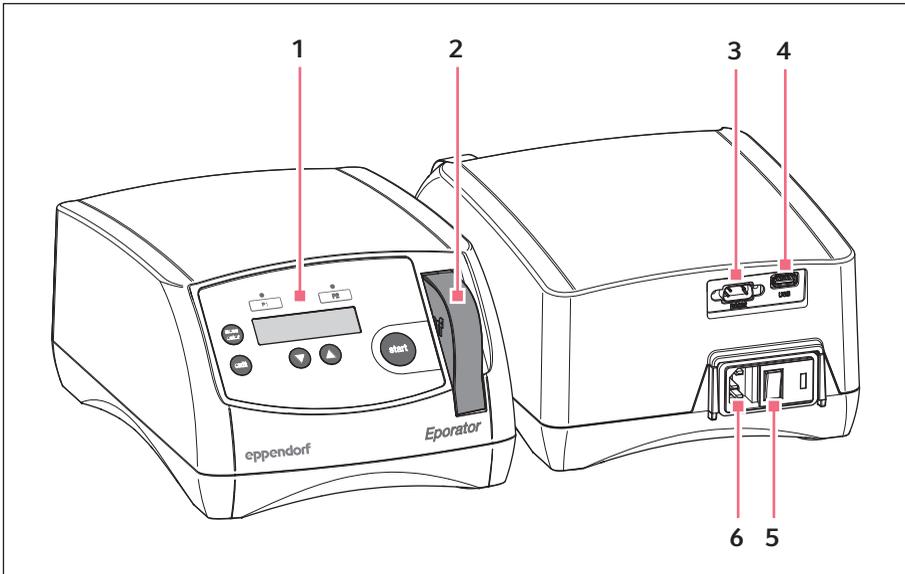
**3.2 Produktübersicht**

Abb. 3-1: Gesamtillustration

**1 Bedienelemente****2 Küvettenhalter**

Im Küvettschacht

**3 RS-232-Schnittstelle**

Nur für den Technischen Service

**4 USB-Schnittstelle****5 Netzschalter****6 Netzanschlussbuchse**

### 3.3 Produkteigenschaften

Der Eporator wird für die Elektroporation eingesetzt. Er enthält einen Kondensator, der während der Elektroporation über einen Widerstand entladen wird und so eine exponentielle Entladungskurve erzeugt. Es kann eine Spannung zwischen 200 V und 2500 V eingestellt werden. Der vom Eporator erzeugte exponentielle Impuls wird auf eine Einweg-Elektroporationsküvette übertragen, in der sich die biologische Probe befindet.

Im Gegensatz zu Geräten anderer Hersteller verfügt der Eporator über einen integrierten Küvettenhalter.

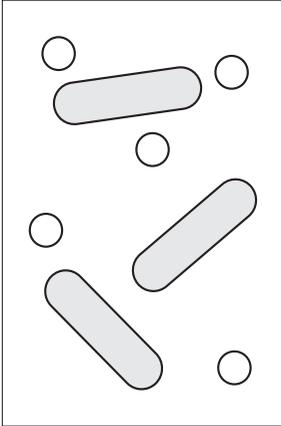
Die Konstruktion des Eporator minimiert die Gefahr des Auftretens eines Kurzschlusses. Dies gilt auch bei unzulässig hohen Salzkonzentrationen und maximaler Spannung. Selbst im äußerst unwahrscheinlichen Fall eines Lichtbogens in der Küvette tritt keine Bakteriensuspension aus der Küvette aus und verunreinigt das Gerät.

Der Eporator ist einfach zu bedienen. Innerhalb des Gerätes befinden sich keine Komponenten, die vom Anwender gewartet werden müssen.

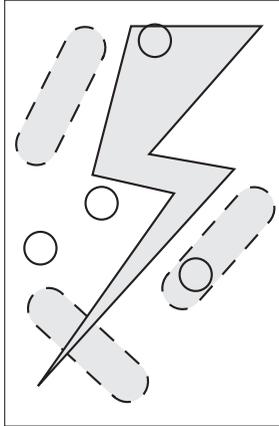
Die experimentellen Daten der Elektroporation können auf einen USB-Stick gespeichert und an einem PC ausgewertet werden.

Auf der Internetseite [www.eppendorf.com](http://www.eppendorf.com) finden Sie Applikationsprotokolle für die Elektroporation einer Vielzahl von Bakterien- und Hefestämmen.

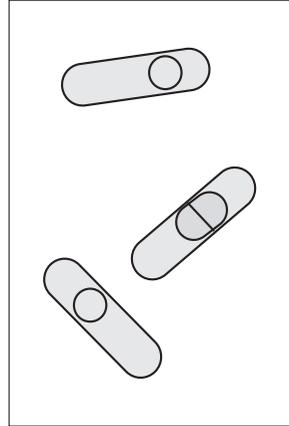
### 3.3.1 Prinzip der Elektroporation



DNA und Bakterien



Elektrische Ladung



DNA in Bakterien

Mit der Methode der Elektroporation können Makromoleküle, wie DNA in elektrokompetente Bakterien oder Hefestämme eingebracht werden. Dabei werden kleinvolumige Proben mit hohem Widerstand Impulsen mit sehr hoher elektrischer Feldstärke ausgesetzt. Die kurzen Hochspannungsimpulse verursachen temporäre Löcher bzw. Poren in der Zellmembran, durch die Makromoleküle, z.B. Plasmid-DNA, in die Zelle diffundieren können. Nach dem Entfernen des elektrischen Feldes und einer Zeit der Regeneration schließen sich diese Löcher. Die eingebrachte Plasmid-DNA kann anschließend innerhalb der Zelle transkribiert und repliziert werden.

Im Vergleich zur chemischen Transformation zeichnet sich die Elektroporation durch eine höhere Transformationseffizienz und einfachere Durchführung aus.

## 4 Installation

### 4.1 Installation vorbereiten

-  Heben Sie die Transportverpackung und das Verpackungsmaterial für einen späteren sicheren Transport oder die Lagerung auf.
- ▶ Kontrollieren Sie anhand der Angaben zum Lieferumfang die Vollständigkeit der Lieferung.
- ▶ Prüfen Sie alle Teile auf eventuelle Transportschäden.

### 4.2 Standort wählen

Wählen Sie den Standort für das Gerät nach folgenden Kriterien:

- Netzanschluss gemäß Typenschild
  - Mindestabstand zu anderen Geräten und Wänden: 10 cm
  - Das Gerät darf nicht in einer nassen Umgebung aufgestellt werden.
  - Resonanzfreier Tisch mit waagerechter ebener Arbeitsfläche
  - Standort ist gut belüftet
  - Standort ist vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt
-  Während des Betriebs müssen Netzschalter und Trenneinrichtung des Stromnetzes zugänglich sein (z. B. Fehlerstromschutzschalter).

### 4.3 Gerät installieren



#### **WARNUNG! Gefahr durch falsche Spannungsversorgung.**

- ▶ Schließen Sie das Gerät nur an Spannungsquellen an, die den elektrischen Anforderungen auf dem Typenschild entsprechen.
- ▶ Verwenden Sie ausschließlich Steckdosen mit Schutzleiter.
- ▶ Verwenden Sie ausschließlich das mitgelieferte Netzkabel.

- 
1. Das mitgelieferte Netzkabel an die Netzanschlussbuchse des Eporator und das Stromnetz anschließen.
  2. Den Eporator am Netzschalter einschalten.

## 5 **Bedienung**

### 5.1 **Übersicht Bedienelemente**

Machen Sie sich vor der ersten Anwendung des Eporator mit den Bedienelementen und dem Display vertraut.

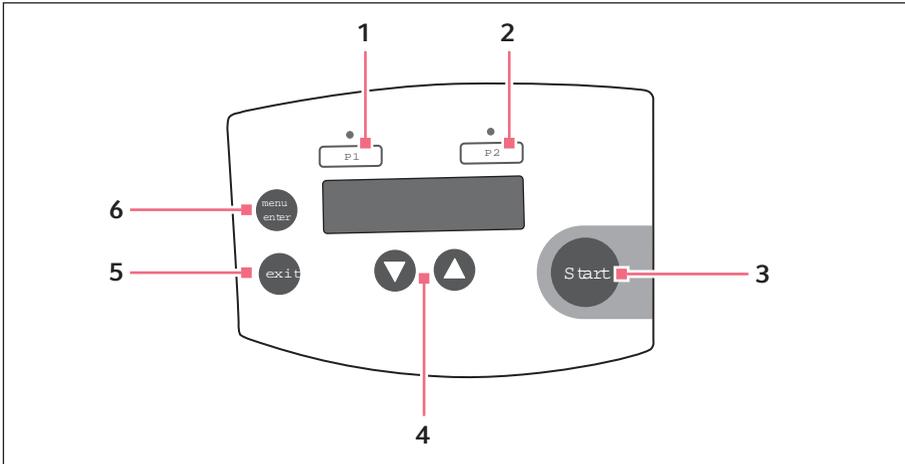


Abb. 5-1: Bedienelemente

- |   |   |
|---|---|
| <b>1 Programmaste P1 mit Kontroll-LED</b><br>Drücken: Spannungswert laden.<br>Gedrückt halten (> 2 s): aktuellen Spannungswert speichern. | <b>4 Pfeiltasten</b><br>Spannung einstellen       |
| <b>2 Programmaste P2 mit Kontroll-LED</b><br>Drücken: Spannungswert laden.<br>Gedrückt halten (> 2 s): aktuellen Spannungswert speichern. | <b>5 Taste exit</b><br>Menü verlassen             |
| <b>3 Taste Start</b><br>Elektroporation starten   | <b>6 Taste menu/enter</b><br>Menüparameter wählen |

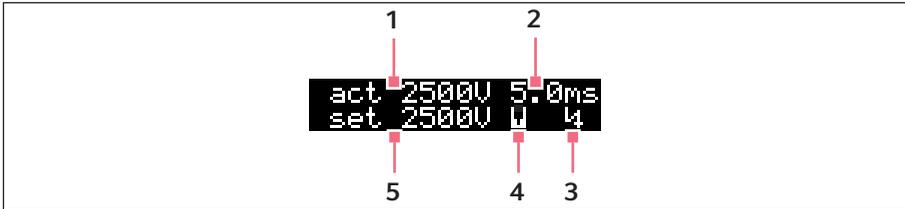


Abb. 5-2: Display

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1 Tatsächlicher Spannungswert</b></p> <p><b>2 Tatsächliche Entladungszeit</b></p> <p><b>3 Spannungssymbol</b><br/>Spannungssymbol erscheint nach der Elektroporation und verschwindet nach Entfernen des Küvettenhalters.</p> | <p><b>4 Küvettenymbol</b><br/>Küvettenymbol erscheint, wenn eine Küvette eingesetzt ist.</p> <p><b>5 Eingestellte Spannung</b></p> |
|---|--|

## 5.2 Empfehlungen für die Probenvorbereitung

Der Erfolg einer Elektroporation wird unabhängig vom Gerät von einer Reihe von Faktoren beeinflusst:

- Qualität und Konzentration der einzubringenden DNA
- Qualität und Konzentration der Zellen
- Resuspensionsmedium der DNA und der Zellen

### 5.2.1 DNA-Präparation

- **DNA-Qualität:** Um eine hohe Transformationseffizienz zu erreichen, sollte die DNA-Lösung rein und frei von Salzen (z.B. durch Aufreinigungsprozesse) sein.
- **Puffer:** In TE-Puffer gelöste DNA ist akzeptabel, solange Sie diese DNA in etwa der zehnfachen Menge elektrokompenter Zellen lösen.
- **Salzkonzentration:** DNA aus Enzymreaktionen (z. B. Ligation) können Sie direkt zur Elektroporation verwenden, wenn die Salzkonzentration unter 5 M liegt. Ist die Ionenstärke der Reaktionsmischung zu hoch, kann diese entweder durch Verdünnen oder Ethanol-fällung verringert werden. Nach einer Ethanol-fällung kann die DNA in sterilem, demineralisiertem Wasser oder TE-Puffer resuspendiert werden.
- **Inkubation:** Inkubieren Sie die DNA vor der Elektroporation nicht zu lange mit der Zellsuspension. Im Allgemeinen sollten Sie die DNA eine Minute vor der Elektroporation zu den Zellen geben und die Lösung bei 0 °C inkubieren. Lange Inkubationszeiten können zum Abbau der DNA durch in der Zellsuspension vorhandene DNAsen führen.

- **DNA-Konzentration:** Die Konzentration der DNA kann die Transformationseffizienz erheblich beeinflussen.
- **Häufigkeit und Effizienz:** Die Häufigkeit ist definiert als die Zahl der Transformanden pro überlebende Zellen. Die Effizienz ist definiert als Transformanden pro  $\mu\text{g}$  DNA. Wenn Sie hohe DNA-Konzentrationen einsetzen, können Sie eine hohe Häufigkeit erzielen. Hohe Effizienz erzielen Sie, wenn Sie eine hohe Zellkonzentration einsetzen. Die Verringerung der DNA-Konzentration ist hilfreich um Co-Transformationen der gleichen Zelle zu vermeiden.

### 5.2.2 Elektroporationsmedium

- **Empfindlichkeit der Zellen:** Da die Elektroporation temporäre Poren in den Zellmembranen hervorruft, sind die Zellen gegenüber äußeren Einflüssen empfindlich.
- **Elektrolyse des Mediums:** Während der Elektroporation beeinflusst die Elektrolyse des Mediums die Eigenschaften des Mediums erheblich (z.B. den pH-Wert). Viele Zellen können absterben, wenn nicht sofort nach der Elektroporation frisches Medium zur Erholung der Zellen zugegeben wird.
- **Ionenstärke des Mediums:** Bei der Elektroporation von Zellen muss die Ionenstärke des Mediums berücksichtigt werden. Um den Widerstand des Mediums so hoch wie möglich zu halten, müssen Sie Salze aus den Zell- und DNA-Präparationen entfernen. Rest-Ionen in der Zellsuspension stammen oft aus dem Kulturmedium. Sie erreichen eine höhere Transformationseffizienz, wenn Sie die Salze sowohl aus der DNA-Lösung als auch aus den Zellpräparationen entfernen. Im allgemeinen ist die geringstmögliche ionische Lösung, der die Zellen noch standhalten, zu bevorzugen.

### 5.2.3 Wachstum und Aufbereitung von Zellen

- **Wachstumsphase der Zellen:** Setzen Sie Bakterienstämme, beispielsweise von *E. coli*, die zur Elektroporation mit maximaler Effizienz verwendet werden sollen, während der exponentiellen Wachstumsphase ein.
- **Aufbereitung der Zellen:** Waschen Sie die Zellen gründlich, damit das Wachstumsmedium, das die Elektrokompentenz beeinflusst, entfernt wird.
- **Konzentration der Zellen:** Setzen Sie eine finale Konzentration der Zellen von etwa  $1-3 \times 10^{11}$  Zellen/mL ein. Wird dieser Wert überschritten, so kann die Homogenität des elektrischen Feldes beeinflusst werden.
- **Bedingungen für eine Elektroporation:** Jeder Bakterien- oder Hefestamm hat optimale Bedingungen, die empirisch ermittelt werden müssen. Diese Bedingungen umfassen:
  - Das Zellvolumen
  - Die Menge der spezifischen Plasmide
  - Die eingesetzte Feldstärke (E). Im allgemeinen ist zum Erreichen einer maximalen Transformationsleistung für *E. coli* eine Feldstärke von 12–19 kV/cm erforderlich. Die Feldstärke berechnet sich aus der eingesetzten Spannung und dem Abstand der Elektroden ( $E = V/\text{cm}$ ).

## 5.2.4 Temperatur

- **Kühlen der Elektroporationsküvette:** Eine Elektroporation von Mikroorganismen zeigt bei niedrigen Temperaturen (0 °C – 4 °C) die besten Ergebnisse. Kühlen Sie die Elektroporationsküvetten vor der Elektroporation auf 0 °C. Entfernen Sie Feuchtigkeitsreste von der Elektroporationsküvette, bevor Sie diese in den Eporator einsetzen.

## 5.3 Elektroporation durchführen

### 5.3.1 Gerät einschalten

- ▶ Drücken Sie den Netzschalter an der Rückseite des Geräts, um das Gerät einzuschalten.

### 5.3.2 Elektroporationsküvette einsetzen



Zur Erhöhung der Effizienz der Elektroporation können Sie die Elektroporationsküvette vor dem Befüllen kühlen. Entfernen Sie verbleibende Flüssigkeitsreste von der Küvette vor dem weiteren Gebrauch.



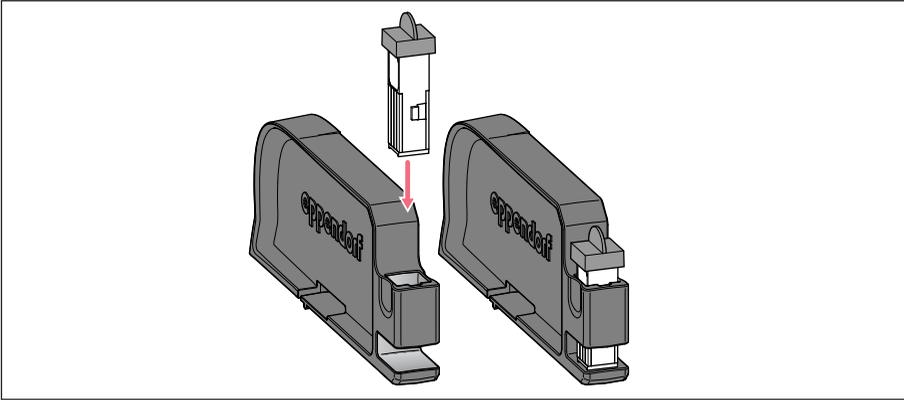
---

#### **HINWEIS! Geräteschäden durch Eindringen von Flüssigkeiten.**

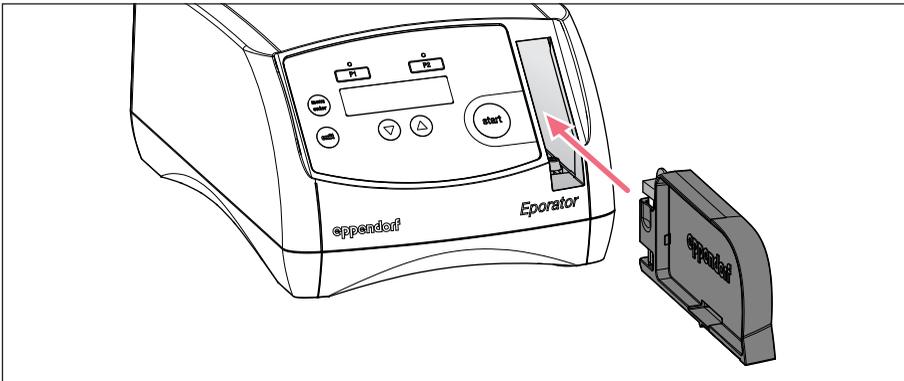
Beim Elektroporieren mit Küvetten ohne Deckel kann Flüssigkeit in das Gerät eindringen.

- ▶ Verwenden Sie zum Elektroporieren ausschließlich Küvetten mit quadratischem Deckel.

- 
1. Elektroporationsküvette aus der Einzelverpackung entnehmen.
  2. Deckel der Elektroporationsküvette abnehmen.
  3. Probe in die Elektroporationsküvette einfüllen. Der Spalt zwischen den Plattenelektroden muss blasenfrei befüllt sein.
  4. Elektroporationsküvette mit dem Deckel verschließen.
  5. Den Küvettenhalter aus dem Gerät ziehen.



6. Elektroplationsküvette mit der Kunststoffnase nach hinten in den Küvettenhalter stecken.



7. Küvettenhalter in den Küvettschacht schieben, bis er einrastet.  
In der Anzeige verschwinden die tatsächlichen Parameter des letzten Laufes und es erscheint das Küvettsymbol in der unteren Zeile.

### 5.3.3 Elektroporieren

1. Mit den Pfeiltasten eine Spannung zwischen 200 V und 2500 V einstellen.  
Nach dem Einschalten des Gerätes wird immer die zuletzt eingestellte Spannung angezeigt. Mit den Programmtasten können die am häufigsten verwendeten Spannungen gespeichert und aufgerufen werden.
2. Taste **Start** drücken, um den Elektroplationsvorgang zu starten.
  - In der Anzeige erscheint während des Ladevorganges *Charge* und ein Ladebalken.
  - Nach der Entladung ertönt ein Signalton.

- In der Anzeige erscheint nach der Elektroporation die tatsächliche Spannung (act), die Entladungszeit der durchgeführten Elektroporation und ein Spannungssymbol.
3. Küvettenhalter aus dem Gerät ziehen.  
Das Küvettsymbol und das Spannungssymbol verschwinden.
  4. Elektroporationsküvette aus dem Küvettenhalter entnehmen und die Probe vorsichtig blasenfrei in das entsprechende Medium überführen.

## 5.4 Regeneration der Zellen

### Beispiel für das Bakterium *E. coli*:

1. Nach der Elektroporation sofort etwa 1 mL frisches Medium (ohne Selektionschemikalien) auf die Zellen geben. Dazu eignet sich am besten reiches Medium, z. B. für *E. coli* das SOC-Medium.
2. Zellen vorsichtig resuspendieren und in ein neues Gefäß überführen.
3. Zellen bei optimaler Wachstumstemperatur (z.B. 37 °C bei *E. coli*) eine Stunde lang unter leichtem Schütteln inkubieren (z.B. mit dem Eppendorf Thermomixer comfort).

## 5.5 Bestimmung der Transformationseffizienz

Nach der Erholungsphase sollten Sie die Zellen auf einer Platte mit Selektionsmedium ausplattieren.

Um die Effizienz zu bestimmen, streichen Sie verschiedene Zellkonzentrationen aus und berechnen Sie daraus die Zahl der Transformanden/ $\mu\text{g}$  DNA.

## 5.6 Programme

Ein Programm enthält eine gespeicherte Spannungseinstellung. So können Sie häufig verwendete Einstellungen schnell aufrufen.

### 5.6.1 Programm laden

Bei Lieferung sind die Programme 1 und 2 mit folgenden Parametern hinterlegt:

- Programmtaste **P1**: 1700 V  
(z. B. für *E. coli*-Elektroporation in 1 mm Elektroporationsküvetten)
  - Programmtaste **P2**: 2500 V  
(z. B. für *E. coli*-Elektroporation in 2 mm Elektroporationsküvetten)
- Gewünschte Programmtaste drücken  
Die Kontroll-LED über der gedrückten Programmtaste leuchtet blau, die Spannung wird angezeigt.

## 5.6.2 Programm speichern

1. Die Spannung mit den Pfeiltasten einstellen.
2. Gewünschte Programmtaste mindestens **2 s** lang gedrückt halten.  
Es ertönt ein Signalton. In der Anzeige erscheint *Voltage stored*. Die Kontroll-LED über der gedrückten Programmtaste leuchtet blau. Die Spannung ist unter der entsprechenden Programmnummer (1 bis 2) gespeichert.

## 5.7 Erweitere Einstellungen

Im Menü können Sie weitere Einstellungen vornehmen. Um Daten nachverfolgbar exportieren zu können, ist es möglich, das Datum und die Uhrzeit im Gerät festzulegen. Folgende Einstellungen stehen zur Verfügung:

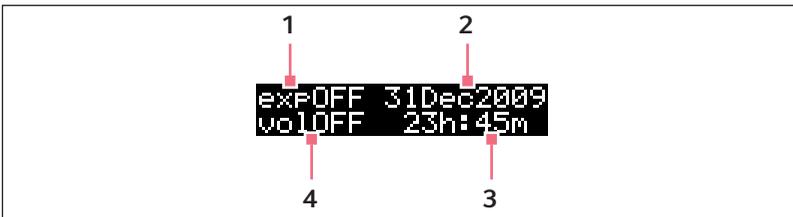


Abb. 5-3: Display des Menüs

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1 Datenexport</b></li> <li><b>2 Datum</b><br/>Datum einstellen.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li><b>3 Uhrzeit</b><br/>Uhrzeit einstellen.</li> <li><b>4 Signalton</b><br/>Signalton einstellen. Die Anzeige wechselt zwischen <i>vol1</i> (sehr leise), <i>vol2</i> (leise), <i>vol3</i> (laut), <i>vol4</i> (sehr laut) und <i>vol OFF</i> (Signalton ausgeschaltet).</li> </ol> |
|--|---|

### Menü öffnen

1. Taste **menu/enter** drücken.

### Zwischen den Parametern wechseln

2. Taste **menu/enter** drücken.  
Der ausgewählte Parameter blinkt im Display.

### Wert des Parameters verändern

3. Pfeiltaste drücken.

### Menü verlassen

4. Taste **exit** drücken.  
Die veränderten Parameter sind automatisch gespeichert.

## 5.8 Daten exportieren

Sie können die letzten 50 Experimente in separaten TXT-Dateien über die USB-Schnittstelle an der Rückseite des Gerätes auf einem USB-Stick speichern. Die Dateien tragen die Namen der jeweiligen Probennummer. Das Format eignet sich beispielsweise zur weiteren Bearbeitung in einem Text-Editor oder in Microsoft Excel.

Die Datensätze einer Elektroporation bestehen aus folgenden Informationen:

- **Probennummer (sample)** des Experiments  
Das Gerät vergibt für jedes Experiment automatisch eine vierstellige Probennummer, die von 0001 an aufwärts gezählt wird.
- **Datum (date)** des Experiments
- **Uhrzeit (time)** des Experiments
- **Eingestellte Spannung (set)** des Experiments  
Spannung, die Sie für das jeweilige Experiment mit den Pfeiltasten ausgewählt haben.
- **Tatsächliche Spannung (act)** des Experiments  
Spannung, die in dem jeweiligen Experiment tatsächlich an der Elektroporationsküvette anlag.
- **Zeitkonstante der Entladungskurve (tc)** des Experiments  
Zeitkonstante der Entladungskurve des jeweiligen Experiments.
- **Softwareversion (sw)** des Gerätes
- **Seriennummer (serial no)** des Gerätes



Datum und Uhrzeit können in den erweiterten Einstellungen festgelegt werden.

### USB-Stick anschließen

1. Schließen Sie einen handelsüblichen USB-Stick an die USB-Schnittstelle an der Rückseite des Gerätes an.

### Menü öffnen

2. Taste **menu/enter** drücken.  
Das Menü wird angezeigt und ein Cursor blinkt bei der Exportanzeige *exp OFF*.

### Parameter aktivieren

3. Eine der Pfeiltasten drücken.  
Der Auswahlpunkt *exp ON* wird angezeigt.

### Daten exportieren

4. Drücken Sie die Taste **Start**.  
Die Datenübertragung wird gestartet. Nach Abschluss des Exportes wird der Hauptbildschirm angezeigt.

## 6 Problembhebung

### 6.1 Allgemeine Fehler

Es gibt viele Faktoren, die zu einer geringen Transformationseffizienz beitragen können:

- **Die eingestellte Spannung:** Für jeden Mikroorganismus existieren spezifische Spannungsparameter. Während der Elektroporation sterben einige Zellen ab. Ist die Feldstärke zu hoch oder zu niedrig, erhält man eine geringe Transformationseffizienz. Die erwarteten Überlebenswerte variieren zwischen 20 % und 80 % der eingesetzten Zellen. Die Elektroporation von *E. coli* erfordert einen Impuls von etwa 5 ms und Feldstärken zwischen 12 kV/cm und 19 kV/cm. Zur Optimierung der Bedingungen sollten Sie die Transformationseffizienz unter verschiedenen Spannungen prüfen. Auf der Internetseite [www.eppendorf.com](http://www.eppendorf.com) finden Sie Applikationsprotokolle für die Elektroporation einer Vielzahl von Bakterien- und Hefestämmen.
- **Die Zellen:** Zellen werden in der Regel am effizientesten transformiert, wenn sie sich in einer frühen bis mittleren log-Phase befinden. Unterschiedliche Wachstumsbedingungen können die Transformationseffizienz verbessern. Werden zu viele Zellen getötet, müssen die Bedingungen der Elektroporation für den Stamm optimiert und die DNA-Präparation und die Zellaufbereitung auf toxische oder organische Substanzen untersucht werden. Sie müssen Zellen (insbesondere *E. coli*) unmittelbar nach der Elektroporation in ein reiches Medium übertragen, um gute Ergebnisse zu erzielen. Schon eine geringe zeitliche Verzögerung dieser Maßnahme kann zu einer erheblich verringerten Transformationseffizienz führen.
- **Die DNA:** Sie sollten die Quantität und die Qualität der verwendeten DNA vor der Elektroporation überprüfen. Falsch konzentrierte oder degradierte DNA führt zu einer geringeren Transformationseffizienz. Salze oder andere Bestandteile, die auf Zellen toxisch wirken könnten, müssen Sie vor dem Aufbereitungsverfahren aus der DNA-Präparation entfernen. Sie sollten die DNA-Präparation nicht länger als eine Minute vor der Elektroporation zu den Zellen geben. In der Zellaufbereitung vorhandene DNasen können die DNA abbauen und somit zu einer niedrigen Transformationseffizienz führen.
- **Die Temperatur:** Sie sollten die Elektroporationsküvetten vor der Elektroporation auf 0 °C – 4 °C kühlen. So erzielen Sie bessere Ergebnisse als mit Elektroporationsküvetten, die Raumtemperatur haben. Sofern gefrorene Zellen verwendet werden, sollten Sie diese unmittelbar nach dem Auftauen der Elektroporation unterziehen. Gefrorene Zellen können Sie maximal 6 – 12 Monate in 10 % – 15 % Glycerin bei -80 °C aufbewahren.

- **Abweichende Spannungswerte bei der Transformation:** Die an der Elektroporationsküvette anliegende Spannung (*act*) unterscheidet sich sehr stark von der eingestellten Spannung (*set*)  
Es gibt mehrere Ursachen für einen zu geringen Widerstand:
  - Die Zellen wurden in einem Puffer mit zu hoher Ionenstärke gewaschen und resuspendiert.
  - Die Zellen wurden während der Präparation nicht ausreichend gewaschen. Mitgeschleppte Reste des Wachstumsmediums hinterlassen nach unzulänglichem Waschen unerwünschte Salze.
  - Es befinden sich lysierte Zellen in der Präparation. Diese tragen zur Verringerung des Widerstandes des Mediums bei.
  - Die DNA-Präparation enthält zu viele Salze.

## 6.2 Fehlermeldungen

- ▶ Quittieren Sie alle Fehlermeldungen mit der Taste **exit**.

### 6.2.1 Fehler bei der Bedienung

Symptom/ Meldung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Das Display bleibt dunkel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gerät ist nicht am Netz angeschlossen.</li> <li>• Das Gerät ist ausgeschaltet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Netzanschluss und Netzkabel prüfen.</li> <li>▶ Gerät einschalten.</li> </ul>
Im Display erscheint: <i>function not available</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Taste wurde gedrückt, die im jetzigen Zustand des Gerätes nicht zugelassen ist, z. B. Taste <b>exit</b> in der Hauptanzeige.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Meldung erlischt nach etwa 2 Sekunden.</li> </ul>
Im Display erscheint: <i>no cuvette</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taste <b>Start</b> wurde gedrückt, obwohl keine Küvette eingesetzt ist.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Küvette einsetzen.</li> <li>2. Elektroporation starten .</li> </ol>
Im Display erscheint: <i>no USB stick</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Befehl Export wurde aktiviert, obwohl kein USB-Stick an die USB-Schnittstelle des Gerätes angeschlossen ist.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. USB-Stick an die USB-Schnittstelle des Gerätes anschließen.</li> <li>2. Befehl Export wiederholen .</li> </ol>
Im Display erscheint: <i>USB stick full</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der angeschlossene USB-Stick hat nicht genug freien Speicherplatz.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. USB-Stick mit ausreichend freiem Speicherplatz an die USB-Schnittstelle des Geräts anschließen.</li> <li>2. Befehl Export wiederholen .</li> </ol>

<b>Symptom/ Meldung</b>	<b>Mögliche Ursache</b>	<b>Abhilfe</b>
Im Display erscheint: <i>no export</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Export der Daten vom Gerät ist fehlgeschlagen.</li> <li>• Alle vorhandenen Elektroporationsprotokolle sind auf dem USB-Speichermedium gespeichert.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Handelsüblichen USB-Stick an die USB-Schnittstelle des Gerätes anschließen.</li> <li>2. Befehl Export wiederholen .</li> </ol>
Im Display erscheint: <i>no protocol</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Export von Daten ist fehlgeschlagen.</li> <li>• Im Gerät befinden sich keine exportierbaren Protokolle.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektroporation durchführen.</li> <li>2. Befehl Export wiederhole .</li> </ol>

### 6.2.2 Gerätefehler

<b>Symptom/ Meldung</b>	<b>Mögliche Ursache</b>	<b>Abhilfe</b>
Im Display erscheint: <i>hardware error</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerätefehler</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektroporation erneut durchführen.</li> </ol> <p>▶ Wenn die Fehlermeldung erneut erscheint: Gerät ausschalten und wieder einschalten.</p>
Im Display erscheint: <i>internal error</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerätefehler</li> </ul>	

## 7 Instandhaltung

### 7.1 Reinigung

---



#### **GEFAHR! Stromschlag durch eintretende Flüssigkeit.**

- ▶ Schalten Sie das Gerät aus und trennen Sie es vom Stromnetz, bevor Sie mit der Reinigung oder Desinfektion beginnen.
  - ▶ Lassen Sie keine Flüssigkeiten in das Gehäuseinnere gelangen.
  - ▶ Führen Sie keine Sprühreinigung/Sprühdesinfektion am Gehäuse durch.
  - ▶ Schließen Sie das Gerät nur innen und außen vollständig getrocknet wieder an das Stromnetz an.
- 



#### **HINWEIS! Schäden durch aggressive Chemikalien.**

- ▶ Verwenden Sie am Gerät und Zubehör keine aggressiven Chemikalien wie z. B. starke und schwache Basen, starke Säuren, Aceton, Formaldehyd, Natriumhypochlorit, halogenierte Kohlenwasserstoffe oder Phenol.
  - ▶ Reinigen Sie das Gerät bei Verunreinigungen durch aggressive Chemikalien umgehend mit einem milden Reinigungsmittel.
- 



#### **HINWEIS! Korrosion durch aggressive Reinigungs- und Desinfektionsmittel.**

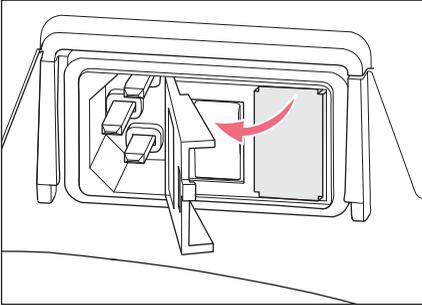
- ▶ Verwenden Sie weder ätzende Reinigungsmittel noch aggressive Lösungs- oder schleifende Poliermittel.
  - ▶ Inkubieren Sie das Zubehör nicht längere Zeit in aggressiven Reinigungs- oder Desinfektionsmitteln.
- 

- ▶ Ein Tuch mit mildem Reinigungsmittel und demineralisiertem Wasser anfeuchten und die Verschmutzungen außen am Gerät entfernen.

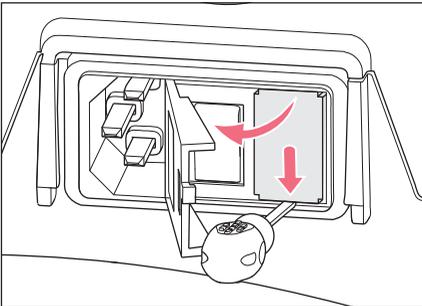
## 7.2 Sicherung ersetzen

### Voraussetzung

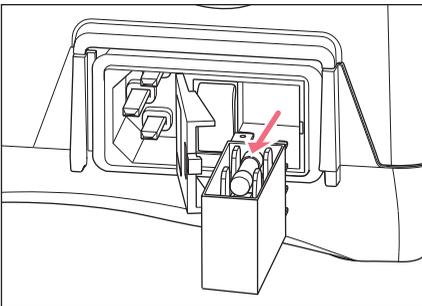
- Das Gerät ist vom Stromnetz getrennt.



1. Öffnen Sie den Deckel.



2. Hebeln Sie die Halterung mit einem flachen Schraubendreher ein Stück heraus.



3. Ziehen Sie die Halterung komplett heraus.
4. Ersetzen Sie die defekte Feinsicherung.
5. Schieben Sie die Halterung komplett in den Schacht und drücken den Deckel zu.

## 8 Technische Daten

### 8.1 Stromversorgung

Spannung	100 V – 240 V, $\pm 10\%$ Anpassung an die Spannung erfolgt automatisch
Frequenz	50 Hz – 60 Hz
Leistungsaufnahme	20 W
Ladedauer	< 10 s
Feinsicherung	250 V/T 1,25 A

### 8.2 Umgebungsbedingungen

Umgebung	Verwendung nur in Innenräumen
Umgebungstemperatur	5 °C – 40 °C
Relative Luftfeuchte	10 % – 90 %
Luftdruck	79,5 kPa – 106 kPa (2000 m)
Verschmutzungsgrad	2

### 8.3 Gewicht/Maße

Gewicht	3,2 kg
Breite	19 cm
Höhe	12,5 cm
Tiefe	27,5 cm

### 8.4 Schnittstellen

USB	USB 2.0
RS-232	Für den autorisierten Service

### 8.5 Pulsintervalle

Pause zwischen zwei Pulsen	Minimum 30 s
Pulsspannung	200 V – 2500 V

## 9 Transport, Lagerung und Entsorgung

### 9.1 Lagerung

	Lufttemperatur	Relative Luftfeuchte	Luftdruck
in Transportverpackung	-25 °C – 55 °C	10 % – 95 %	70 kPa – 106 kPa
ohne Transportverpackung	-5 °C – 45 °C	10 % – 95 %	70 kPa – 106 kPa

### 9.2 Dekontamination vor Versand

Wenn Sie das Gerät im Reparaturfall zum autorisierten Technischen Service oder im Entsorgungsfall zu Ihrem Vertragshändler schicken, beachten Sie Folgendes:



#### **WARNUNG! Gesundheitsgefahr durch kontaminiertes Gerät.**

1. Beachten Sie die Hinweise der Dekontaminationsbescheinigung. Sie finden diese als PDF-Datei auf unserer Internetseite ([www.eppendorf.com/decontamination](http://www.eppendorf.com/decontamination)).
2. Dekontaminieren Sie alle Teile, die Sie versenden.
3. Legen Sie der Sendung die vollständig ausgefüllte Dekontaminationsbescheinigung bei.

### 9.3 Transport

- Verwenden Sie die Originalverpackung und die Transportsicherungen für den Transport.

	Lufttemperatur	Relative Luftfeuchte	Luftdruck
Allgemeiner Transport	-25 °C – 60 °C	10 % – 95 %	30 kPa – 106 kPa
Luftfracht	-40 °C – 45 °C	10 % – 95 %	30 kPa – 106 kPa

## 9.4 Entsorgung

Bei einer Entsorgung des Produkts sind die einschlägigen gesetzlichen Vorschriften zu beachten.

### **Hinweise zur Entsorgung von elektrischen und elektronischen Geräten in der Europäischen Gemeinschaft:**

Innerhalb der Europäischen Gemeinschaft wird die Entsorgung von elektrischen Geräten durch nationale Vorschriften geregelt, die auf der EU-Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) basieren.

Nach diesen Vorschriften dürfen alle nach dem 13. August 2005 gelieferten Geräte im Business-to-Business-Bereich, in den dieses Produkt einzuordnen ist, nicht mehr im kommunalen Abfall oder Hausmüll entsorgt werden. Um dies zu dokumentieren, sind sie mit folgendem Symbol gekennzeichnet:



Da sich die Entsorgungsvorschriften innerhalb der EU von Land zu Land unterscheiden können, bitten wir Sie, sich bei Bedarf bei Ihrem Lieferanten zu informieren.

## 10 Bestellinformation

### 10.1 Eporator

<b>Best.-Nr. (International)</b>	<b>Best.-Nr. (Nordamerika)</b>	<b>Beschreibung</b>
4309 000.019	4309000027	<b>Eppendorf Eporator</b>

### 10.2 Zubehör

<b>Best.-Nr. (International)</b>	<b>Best.-Nr. (Nordamerika)</b>	<b>Beschreibung</b>
4308 078.006	940001102	<b>Küvettenständer</b> für 16 Küvetten
4309 900.010	4309900010	<b>Bedienungsanleitung Eppendorf Eporator</b>





# Evaluate Your Manual

Give us your feedback.  
[www.eppendorf.com/manualfeedback](http://www.eppendorf.com/manualfeedback)

**Your local distributor: [www.eppendorf.com/contact](http://www.eppendorf.com/contact)**  
Eppendorf SE · Barkhausenweg 1 · 22339 Hamburg · Germany  
[eppendorf@eppendorf.com](mailto:eppendorf@eppendorf.com) · [www.eppendorf.com](http://www.eppendorf.com)