

Ladungsdetektor

Begleitdokumentation



Diese Begleitdokumentation ist gültig für den Ladungsdetektor
Die Begleitdokumentation liegt in der deutschen Originalfassung vor.

Das Netzgerät wird hergestellt und vertrieben durch:

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
Technisches Institut für Aus- und Weiterbildung

Hermann-Hesse-Weg 2

78464 Konstanz

Tel.: 07531 5801-100

Fax: 07531 5801-900

www.christiani.de

info@christiani.de

1	ALLGEMEINE HINWEISE	5
1.1	Geltungsbereich des Dokuments	5
1.2	Handhabung.....	5
1.3	Pflege und Reparatur	5
1.4	Haftungsausschluss	6
1.5	Urheberrechtshinweis.....	6
2	SICHERHEIT.....	7
2.1	Bedeutung der Signalworte	7
2.2	Bedeutung der Warnzeichen	8
2.3	Allgemeine Hinweise	8
3	KUNDENSERVICE	9
4	VERWENDUNGSZWECK.....	9
4.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	9
4.2	Unzulässige Verwendung	10
5	LIEFERUMFANG	10
6	EINSATZ DES LADUNGSDETEKTORS	10
6.1	Einführung	10
6.1.1	Eigenschaften von Ladungen	10
6.1.2	Qualitative Ladungsmessung.....	11
6.2	Inbetriebnahme des Ladungsdetektors	11
6.2.1	Erdung des Ladungsdetektors	12
7	FEHLERSUCHE UND HINWEISE.....	13
8	VERSUCHE ZUR REIBUNGSELEKTRIZITÄT	14
8.1	Allgemeine Hinweise	14
8.2	Versuch 1 – Geladener Glasstab	14
8.3	Versuch 2 – Ladungstrennung	15
8.4	Versuch 3 – Wasserstrahl.....	15
8.5	Versuch 4 – Transparentes Klebeband	15
8.6	Versuch 5 – Acrylglasplatte	16

9 ENTSORGUNG..... 16
10 TECHNISCHE DATEN..... 17

1 Allgemeine Hinweise

In dieser Anleitung werden Hinweise für den sicheren Umgang mit dem vorliegenden Produkt gegeben. Sie klärt über die vorgesehene Verwendung, Einzelkomponenten und technische Daten auf. Zudem informieren wir über die ordnungsgemäße Entsorgung am Ende der Produktlebensdauer.

Die Begleitdokumentation muss stets am Aufstellort des Gerätes verfügbar sein. Eine unvollständige oder unleserliche Dokumentation ist umgehend zu ersetzen. Dieses Dokument ist während der gesamten Produktlebensdauer aufzubewahren.

1.1 Geltungsbereich des Dokuments

Diese Anleitung gilt für folgendes Produkt

- Ladungsdetektor (Art.-Nr. 104772)

1.2 Handhabung

Der Ladungsdetektor verfügt über 2 Messbereiche und zeigt die Ladungsdensität und die Polarität grafisch qualitativ auf einer LED-Balkenanzeige an. Über zwei 4-mm-Bananenbuchsen wird die Ladung in mV ausgegeben und kann mit einem handelsüblichen hochohmigen Voltmeter angezeigt werden. 60 mV entsprechen 6 pC (hochempfindlicher Messbereich) bzw. 600 pC (Bereich geringer Empfindlichkeit).

1.3 Pflege und Reparatur

Die Gehäuse bestehen aus eloxiertem Aluminium. Reinigen Sie die Geräte bei Bedarf mit einem feuchten Tuch. Isopropanol, Benzin oder Aceton ist zum Reinigen nicht geeignet, da es die Oberfläche der Geräte beschädigen kann. Wie bei allen elektrischen Geräten ist die Verwendung in feuchten Umgebungen zu vermeiden und es dürfen keine Flüssigkeiten in das Gerät eindringen. Es dürfen keine eigenständigen Reparaturversuche vorgenommen werden. Dadurch erlöschen die Garantieansprüche. Bei einem vorliegenden Mangel gehen Sie, wie im Kapitel Kundenservice aufgeführt, vor.

1.4 Haftungsausschluss

Für alle Personen- und Sachschäden, die aus unzulässiger Verwendung entstehen, ist nicht der Hersteller, sondern der Betreiber verantwortlich. Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG schließt jegliche Haftung für Sach- und Personenschäden aus, die durch den Einsatz des Produkts außerhalb einer reinen Ausbildungssituation auftreten, es sei denn, Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG hat solche Schäden vorsätzlich oder grob fahrlässig zu verantworten.

Der Betrieb, die Schule oder Institution und die Personen, welche Produkte der Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG einsetzen, haben dafür Sorge zu tragen, dass die entsprechenden Personen die Sicherheitsvorkehrungen kennen und beachten.

1.5 Urheberrechtshinweis

Copyright © Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG behält sich alle Rechte vor. Text, Bilder und Grafiken in diesem Dokument unterliegen dem Schutz des Urheberrechts. Der Inhalt dieses Dokuments darf nicht kopiert, verbreitet, verändert oder Dritten zugänglich gemacht werden, ohne Einverständnis des Urhebers.

Wer gegen das Urheberrecht verstößt (z. B. Bilder oder Texte unerlaubt kopiert), macht sich gem. §§ 106 ff UrhG strafbar, wird zudem kostenpflichtig abgemahnt und muss Schadensersatz leisten (§ 97 UrhG).

2 Sicherheit

2.1 Bedeutung der Signalworte

Signalwort	Bedeutung	Folgen bei Missachtung
GEFAHR	Akut drohende Gefahr	Schwere Verletzung oder Tod
WARNUNG	Möglicherweise drohende Gefahr	Schwere Verletzung oder Tod
VORSICHT	Möglicherweise drohende Gefahr	Leichte Verletzung
ACHTUNG	Möglicherweise Sachbeschädigung	Sachbeschädigungen
HINWEIS	Hilfreiche Informationen	

Signalwort	Eintrittswahrscheinlichkeit	Bemerkung
GEFAHR	Hoch	Zur Kennzeichnung von Personenschäden
WARNUNG	Mittel bis gering	Zur Kennzeichnung von Personenschäden
VORSICHT	Mittel bis gering	Zur Kennzeichnung von Personenschäden
ACHTUNG	Möglich	Zur Kennzeichnung von Sachschäden. Kein Warnzeichen
HINWEIS		Kein Warnzeichen

2.2 Bedeutung der Warnzeichen

Warnzeichen	Bedeutung
	Allgemeines Warnzeichen
	Warnung vor elektrischer Spannung
	Warnung vor heißen Oberflächen

2.3 Allgemeine Hinweise

Alle Produkte der Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG sind nach dem Stand der Technik und anerkannten, sicherheitsrelevanten Regeln gebaut. Dennoch können durch unsachgemäße Bedienung oder ungeeignete Spannungen und Netzfrequenzen Gefahren für Benutzer oder Dritte, bzw. Schäden an Geräten oder Sachwerten entstehen.

Die Geräte dürfen nur in technisch einwandfreiem Zustand und bestimmungsgemäß, unter Beachtung der vorliegenden Dokumentation, eingesetzt werden.

Vor jeder Verwendung ist das Produkt auf seinen ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen.

Vor dem Arbeiten mit dem Gerät müssen die damit arbeitenden Personen im Umgang eingewiesen werden.

Sollten Mängel an einem der Geräte vorhanden sein, darf dieses nicht verwendet werden. Der Mangel ist vor einer erneuten Inbetriebnahme von einer autorisierten Person zu beheben. Im Zweifelsfall ist der Kundenservice der Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG zu Rate zu ziehen (s. Kapitel Kundenservice).

Warnung

Verwenden Sie ausschließlich das im Lieferumfang befindliche Netzgerät. Ein beschädigtes Netzgerät darf nicht weiterverwendet oder repariert werden. Es ist durch ein neues zu ersetzen.



Öffnen Sie das Gerät nicht. Unternehmen Sie keine eigenen Reparaturversuche. Kontaktieren Sie im Zweifelsfall unseren Kundenservice.

3 Kundenservice

Kontaktaufnahme bitte per E-Mail an info@christiani.de mit folgenden Informationen:

- Kundennummer oder Adresse
- Artikelnummer
- Seriennummer
- Fehler- oder Mängelbeschreibung
- Eventuell Foto oder Video
- Kontaktdaten für Kontaktaufnahme unsererseits

Alternativ sind wir unter +49 7531 5801-100 zu erreichen.

Wir prüfen den Sachverhalt und werden weiterführende Schritte vornehmen bzw. einleiten.

4 Verwendungszweck

4.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Ladungsdetektor wurde speziell für den Einsatz im Schulunterricht entwickelt. Es ist für den Einsatz in Schulexperimenten zum Nachweis von Ladungen in Elektrostatik-Versuchen geeignet.

4.2 Unzulässige Verwendung

Das Produkt darf nicht eingesetzt werden:

- in industriellen Anwendungen
- Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit oder hoher Staubbelastung

Modifikationen an der Elektronik sind nicht zulässig und führen zum Erlöschen des Garantieanspruches.

5 Lieferumfang

Im Rahmen des Lieferumfanges sind folgende Positionen enthalten:

- 1 x Ladungsdetektor
- 1 x Ladungssonde mit BNC-Stecker
- 1 x Erdungskabel
- 1 x Steckernetzgerät 24 V DC

6 Einsatz des Ladungsdetektors

6.1 Einführung

Der Ladungsdetektor ist ein sehr empfindliches elektronisches Gerät, das den Nachweis elektrischer Ladungen und die Untersuchung von Ladungseigenschaften vereinfacht. Es ist ein Gerät, das Ladung erkennt und durch die LED-Anzeige auf der Oberseite anzeigen kann, ob diese Ladung positiv oder negativ ist. Das Vorhandensein positiver Ladung wird durch rote LEDs angezeigt, je mehr Ladung vorhanden ist, desto mehr LEDs leuchten auf. Auf dieselbe Weise wird negative Ladung durch blaue LEDs angezeigt.

Das Gerät kann für qualitative Untersuchungen als einfacher Ladungsindikator verwendet werden. In Verbindung mit einem externen Voltmeter oder Multimeter können quantitative Ladungsmessungen durchgeführt werden. Eine Spannung von 60 mV entspricht einer Ladung von 6 pC. Bei niedriger Empfindlichkeit entsprechen 60 mV 600 pC.

6.1.1 Eigenschaften von Ladungen

Der Ladungsbegriff ist grundlegend für für das Verständnis der Elektrizität, eines der bekanntlich schwierigsten Konzepte im Physikunterricht. Beim

Versuch, Ladung zu verstehen, ist der Ladungsdetektor ein ideales Werkzeug, da er eine sofortige visuelle Anzeige von Ladungsmenge und deren Polarität liefert.

Ein Atom hat eine neutrale Gesamtladung. Das liegt daran, dass es die gleiche Anzahl von Protonen und Elektronen hat. Die Ladung eines Protons ist positiv und die eines Elektrons ist negativ. In elektrischen Stromkreisen bewirkt ein Potenzialunterschied, dass die Elektronen durch den Stromkreis fließen und ihre Ladung mit sich führen. Dieser Ladungsfluss wird als elektrischer Strom bezeichnet und kann mit einem Strommessgerät gemessen werden.

Es ist möglich, eine Ladung auf einem Isolator aufzubauen; dies wird als statische Elektrizität bezeichnet, da sie sich nicht bewegt. Sie kann von einem Amperemeter nicht erfasst werden, da sie nicht fließt, hierfür ist ein Ladungsdetektor (z.B. ein klassisches Elektroskop) erforderlich.

Statische Elektrizität wird dadurch verursacht, dass den neutralen Atomen Elektronen entrissen werden, wodurch das Material positiv geladen wird (da es weniger Elektronen als Protonen hat). Es sind nur die Elektronen, die sich bewegen, niemals die Protonen. Wenn Sie zum Beispiel einen Acrylstab an Wolle reiben, nimmt das Acryl Elektronen von der Wolle auf und wird negativ geladen (da es mehr Elektronen als Protonen hat), während die Wolle positiv geladen bleibt (da sie weniger Elektronen als Protonen hat). Wenn Sie den Acrylstab an die Sonde des Ladungsdetektors halten, leuchten die blauen LEDs auf, um zu zeigen, dass der Acrylstab negativ geladen ist; je mehr LEDs aufleuchten, desto größer ist die Ladungsmenge.

6.1.2 Qualitative Ladungsmessung

An die Bananenbuchsen können Sie einen Spannungsmesser (100 mV Messbereich DC) anschließen (rot + / schwarz -). Achten Sie auf die korrekte Polarität. So können Sie parallel zur LED-Balkenanzeige die Ladungsmenge quantitativ messen.

6.2 Inbetriebnahme des Ladungsdetektors

Zur Inbetriebnahme gehen Sie folgendermaßen vor.

- Schließen Sie den Ausgang des 24-V-Steckernetzgerätes an die 24 V Buchse an der Vorderseite der Ladungsdetektors an.
- Stecken Sie das Steckernetzgerät in die Steckdose.
- Schließen Sie das Erdungskabel wie unten beschrieben an.
- Stellen Sie den Bereichsschalter auf HI (hohe Empfindlichkeit).

- Schalten Sie den Ladungsdetektor ein (Schalterstellung ON)
- Betätigen Sie den Reset-Knopf, um die Ladungsanzeige auf null zu stellen.
- Bringen Sie einen geladenen Stab (z. B. zuvor geriebener Gummistab o.ä.) in die Nähe der Ladungssonde und prüfen Sie, ob LEDs am Ladungsdetektor aufleuchten.

6.2.1 Erdung des Ladungsdetektors

Eine korrekte Erdung des Gerätes als Potentialausgleich ist erforderlich, da es andernfalls in der sehr empfindlichen Elektronik zu Ladungsverschiebungen kommt, die vom Ladungsdetektor als (falsche) Werte angezeigt werden.

Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Schließen Sie das Erdungskabel an die grüne Buchse des Ladungsdetektors an.
- Verbinden Sie nun das andere Ende an eine geeignete Erdung, z.B. einem Wasserhahn.

Hinweis

Bei inkonsistenten Messwerten oder Anzeigewerten überprüfen Sie auf jeden Fall die Erdung. Wählen Sie ggf. einen anderen Erdungspunkt in der Nähe.

Warnung

Der Ladungsdetektor enthält sehr empfindlichen elektronischen Komponenten. Vermeiden Sie unbedingt Hochspannungsentladungen, da sonst der Detektor beschädigt werden kann. Beispiele für Hochspannungsquellen sind z.B. Bandgeneratoren oder Influenzmaschinen.



7 Fehlersuche und Hinweise

Problem	Ursache	Lösung
LEDs leuchten auf Maximum	Das ist normal, da sich Ladung in der Elektronik aufgebaut hat	Reset-Knopf betätigen
LEDs leuchten allmählich auf, während der Ladungsdetektor im Leerlauf ist	Das ist normal, da sich langsam Ladung im Gerät aufbaut.	Erdung überprüfen und kurz vor der Messung den Reset-Knopf betätigen
LEDs leuchten nicht auf, wenn geladene Objekte in die Nähe der Sonde gebracht werden	Das Gerät ist nicht eingeschaltet	Stellen Sie sicher, dass sowohl der Ladungsdetektor und die versorgende Steckdose eingeschaltet ist
	Die Empfindlichkeits-einstellung befindet sich im Bereich (LO)	Schalten Sie in den empfindlichen Messbereich (HI) LO wird eigentlich nur bei einem Versuch mit einem Faraday-Käfig verwendet.
	Der Ladungsdetektor ist nicht korrekt geerdet	Stellen Sie sicher, dass der Ladungsdetektor geerdet ist, verwenden Sie ggf. eine externe Potentialausgleich-Platte /-schiene oder einen alternativen Erdungspunkt.

8 Versuche zur Reibungselektrizität

8.1 Allgemeine Hinweise

Bei allen Experimenten, die das Reiben eines Materials an einem anderen erfordern, wird die von jedem Material gewonnene Ladung durch die triboelektrische Reihe bestimmt. Je weiter ein Material am positiven Ende der Reihe steht, desto mehr Elektronen gibt es bei Reibung an ein Material ab, welches weiter am negativen Ende der Reihe steht. Folgende Übersicht ist hilfreich bei der Durchführung von Versuchen und gibt Anhaltspunkte zur Ladungsverteilung:

Ladung	Material
Mehr positiv ↑	Glas
	Menschl. Haar
	Nylon
	Wolle
	Polyester
Wenig positiv	Seide
Wenig negativ ↓	Bernstein
	Siegellack
	Polycarbonat
	Gummiballon
	Acryl
	Polyester
	Mehr negativ

↑ Tendenz Elektronen zu verlieren

↓ Tendenz Elektronen zu erzeugen

8.2 Versuch 1 – Geladener Glasstab

- Nehmen sie einen Glasstab und reiben ihn mit einem Polyestertuch.
- Nähern Sie sich mit dem Stab dem Ladungssensor.
- Die roten LEDs leuchten auf und zeigen die positive Ladung des Glasstabes an.

8.3 Versuch 2 – Ladungstrennung

- Stellen Sie die beiden Stäbe (optional unter der Art.-Nr. 104832 erhältlich) wie in der Abbildung gezeigt so auf, dass sie sich an den Enden berühren.



- Bringen Sie einen geladenen Polycarbonatstab an ein Ende der Stäbe. Dadurch werden die Elektronen an das andere Ende der Metallstäbe zurückgedrängt.
- Trennen Sie nun die Metallstäbe. Achten Sie darauf, dass Sie sie nur an den Kunststofffüßen anfassen, damit Sie diese nicht entladen.
- Mit dem Ladungsdetektor können sie nun zeigen, dass die auf den beiden Ladungsstäben verbleibende Ladung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

8.4 Versuch 3 – Wasserstrahl

- Sie benötigen einen sehr dünnen Wasserstrahl. Dieser kann durch sehr langsames Aufdrehen eines Laborwasserhahns oder mit einem Wasserkanister, der mit einem dünnen Schlauch verbunden ist, erzeugt werden.
- Bringen Sie den Ladungsdetektor in die Nähe des Wassers, um zu zeigen, dass es ungeladen ist.
- Lade einen Hartgummistab auf und bringe ihn in die Nähe des Ladungsdetektors, um die Ladung (in diesem Fall negativ) zu zeigen.
- Bringe den Hartgummistab in die Nähe des Wasserstrahls. Er stößt die Elektronen ab, so dass die Seite des Wasserstrahls, die sich in der Nähe des Stabes befindet, positiv wird und sich in Richtung des Stabes biegen wird.

8.5 Versuch 4 – Transparentes Klebeband

- Nehmen Sie eine Rolle transparentes Klebeband und halte sie vor den Ladungsdetektor, um zu zeigen, dass die Klebestreifenrolle eine neutrale Ladung hat, also ungeladen ist.
- Reißen Sie ein Stück Klebeband von der Rolle ab.

- Halten Sie abwechselnd die Rolle und das Stück Klebeband vor den Ladungsdetektor, um zu zeigen, dass sie nun entgegengesetzte Ladungen haben.
- Kleben Sie das Stück Klebeband wieder auf die Rolle und die Ladung sollte wieder fast neutral sein.

8.6 Versuch 5 – Acrylglasplatte

- Acrylglasplatten sind zum Oberflächenschutz mit einer Schutzfolie versehen. Nehmen Sie ein kleines Stück Acrylglas mit Schutzfolie und zeigen Sie, dass es eine neutrale Ladung hat.
- Ziehen Sie die Schutzfolie ab und zeigen, dass die Acrylplatte positiv und die Schutzfolie negativ geladen ist.
- Kleben Sie die Schutzfolie wieder auf die Acrylplatte und die Ladung sollte wieder fast neutral sein.

9 Entsorgung

Das Symbol der durchgestrichenen Abfalltonne bedeutet, dass elektrische und elektronische Geräte als auch Batterien nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden dürfen.

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG ist bei der Stiftung Elektro-Altgeräte-Register unter der WEEE-Reg.-Nr.: DE 10490543 und der Batt-Reg.-Nr. DE 84977353 registriert.



Rückgabemöglichkeit Elektro-Altgerät

Sollten Sie ein Elektro-Altgerät zurückgeben wollen, befolgen Sie die nachstehenden Punkte:

- Melden Sie die Rückgabe telefonisch oder per E-Mail bei unserem Kundenservice (Tel.: +4975315801100, E-Mail: info@christiani.de) an.
- Anschließend wird die Abholung des Elektro-Altgerätes durch unseren Kundenservice veranlasst oder ein Retourenlabel an Sie gesendet.
- Laden Sie sich das Rücksendeformular unter www.christiani.de herunter und füllen es aus.
- Das Formular legen Sie dem Elektro-Altgerät bei.
- Verpacken Sie anschließend ggf. das Elektro-Altgerät und stellen Sie es für die Abholung bereit bzw. senden Sie es an unseren Hauptstandort in Konstanz (Hermann-Hesse-Weg 2, 78464 Konstanz) zurück.

Besondere Hinweise

- Elektro-Altgeräte müssen gemäß den gesetzlichen Vorgaben einer getrennten Sammlung und Verwertung zugeführt werden.
- Altbatterien, Altakkumulatoren und Lampen, die zerstörungsfrei aus dem Altgerät entnommen werden können, müssen vor der Abgabe vom Altgerät getrennt und den hierfür vorgesehenen Entsorgungswegen zugeführt werden.
- Personenbezogene Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten müssen Sie eigenverantwortlich löschen.
- Die Annahme von Altgeräten darf abgelehnt werden, wenn aufgrund einer Verunreinigung eine Gefahr für die Gesundheit und Sicherheit von Menschen besteht.

10 Technische Daten

Messbereiche:	Hohe Empfindlichkeit: 6–125 pC;
Niedrige Empfindlichkeit:	0,6–12,5 nC
Messgenauigkeit:	6 pC
Stromaufnahme:	40 mA
Versorgungsspannung:	24 V DC (Steckernetzgerät)
Abmessungen:	145 x 100 x 50 mm (L x B x H)
Gewicht:	440 g (ohne Netzgerät)

Ladungsdetektor
Begleitdokumentation

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG · Hermann-Hesse-Weg 2 · 78464 Konstanz
www.christiani.de · info@christiani.de