

Beispiel-Betriebsanweisung

für den Umgang mit elektrischer Energie

Schule:
Gebäude:
freigegeben (Unterschrift Schulleitung):

Arbeitsplatz/Zimmer:
Tätigkeit:
Erfassungsdatum:

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Bei berührungsgefährlichen Spannungen kann der Körper durch Einwirkung des elektrischen Stromes geschädigt werden. Lebensgefahr!
- Bei Personen mit Herzfehlern oder Herzschrittmacher besteht eine erhöhte Lebensgefahr.
- Unfälle durch Schreckreaktionen – insbesondere beim Entladen durch Berühren mit Hochspannung geladener Teile.
- Gefahr durch Röntgenstrahlung, falls eine Hochvakuumröhre mit Spannungen größer 5 kV betrieben wird.

Begriffsklärung: (nicht) berührungsgefährliche Spannung, SELV/PELV-Systeme

Eine Spannung ist „**nicht berührungsgefährlich**“, wenn **mindestens eine** der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Energieversorgung durch ein Netzgerät mit sicherer Trennung (DIN EN 61558-2-6) und Begrenzung auf $U \leq 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$ oder netzunabhängige Versorgung mit mindestens gleicher Sicherheit: Akku, Batterie, Generator, Solarzelle, Kondensator, ...
($U \leq 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$)
- $U > 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$ und Kurzschlussstrom $I \leq 3 \text{ mA AC} / 12 \text{ mA DC}$
(gemessen an einem ohmschen Widerstand mit $2 \text{ k}\Omega$)
- $U > 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$ und elektrische Entladungsenergie $\leq 350 \text{ mJ}$

Hinweis: Auch wenn die primäre Energieversorgung nicht berührungsgefährliche Spannung erzeugt, können durch Spulen, Transformatoren oder andere Bauteile oder Geräte, die sich in der Schaltung befinden, berührungsgefährliche Spannungen entstehen!

Eine Spannung ist „**berührungsgefährlich**“, wenn **keine nicht berührungsgefährliche** Spannung vorliegt, d.h. obige Bedingungen nicht erfüllt sind.

Der Bereich der **berührungsgefährlichen Spannung** wird in zwei Teilbereiche aufgeteilt:

- berührungsgefährliche Spannung **mit** Schutz durch **SELV/PELV-Systeme**
- berührungsgefährliche Spannung **ohne** Schutz durch **SELV/PELV-Systeme**

Eine Spannung ist „**berührungsgefährlich mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme**“, wenn sie berührungsgefährlich ist und **alle** folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Energieversorgung durch ein Netzgerät mit sicherer Trennung (DIN EN 61558-2-6) und $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ oder netzunabhängige Versorgung mit mindestens gleicher Sicherheit: Akku, Batterie, Generator, Solarzelle, Kondensator, ... ($U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$).
- Basisschutz der gesamten Experimentieranordnung, d. h., die gesamte Schaltung muss vollständig isoliert sein, sodass es keine berührungsgefährlichen Teile gibt.
- Sichere Trennung der Experimentierstromkreise von nicht SELV/PELV-Stromkreisen.
- In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile oder Geräte, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb $50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ erzeugen.

Eine Spannung ist „**berührungsgefährlich ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme**“, wenn sie **berührungsgefährlich** ist und **kein Schutz durch ein SELV/PELV-System** gegeben ist, d.h. eine der obigen Bedingungen nicht erfüllt ist.

Beispiel-Betriebsanweisung

für den Umgang mit elektrischer Energie

Schule:
Gebäude:
freigegeben (Unterschrift Schulleitung):

Arbeitsplatz/Zimmer:
Tätigkeit:
Erfassungsdatum:

Übersicht: Sicherheitsmaßnahmen und Verhaltensregeln

Spannungskategorie	Klassenstufen für Schülerexperimente	Notwendige Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln (Inhalte werden im Folgenden genannt)
nicht berührungsgefährlich	In allen Klassenstufen erlaubt. Ausnahme: keine Schülerexperimente mit Hochspannungs- und Bandgeneratoren bis einschließlich Klassenstufe 10. Ab Klasse 11 unter unmittelbarer Aufsicht und Anleitung des Lehrers am Lehrertisch erlaubt	Teil 1
berührungsgefährlich mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme	Ab Klassenstufe 11 erlaubt, solange das Lernziel mit nicht berührungsgefährlicher Spannung nicht erreicht werden kann	Teil 1 und Teil 2
berührungsgefährlich ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme	Ab Klassenstufe 11 unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers erlaubt, solange das Lernziel mit nicht berührungsgefährlicher Spannung oder mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden kann	Teil 1, Teil 2 und Teil 3

- Physiklehrer dürfen mit berührungsgefährlicher Spannung in allen Klassenstufen experimentieren, solange das Lernziel mit nicht berührungsgefährlicher Spannung nicht erreicht werden kann.
- Bei Lehrer- und Schülerexperimenten müssen die in Spalte 3 der obigen Tabelle genannten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.
- Die folgenden Prüfristen für elektrische Anlagen und Geräte müssen eingehalten werden:

Anlage/Betriebsmittel	Prüfrist	Art der Prüfung	Prüfer
elektrische Anlage	4 Jahre	ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
ortsfeste elektrische Geräte	4 Jahre	ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
ortsveränderliche elektrische Geräte	12 Monate	ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft, Elektrotechnisch unterwiesene Personen
Not-Aus-Einrichtung	6 Monate arbeitstäglich bei Verwendung berührungsgefährlicher Spannung	einwandfreie Funktion	Hausmeisterin, Hausmeister, Lehrkraft
Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)	6 Monate arbeitstäglich bei Verwendung berührungsgefährlicher Spannung	einwandfreie Funktion bei Betätigung der Prüftaste	Hausmeisterin, Hausmeister, Lehrkraft
alle elektrischen Geräte	vor jeder Benutzung	Sichtprüfung (siehe Teil 1)	Lehrkraft

Beispiel-Betriebsanweisung

für den Umgang mit elektrischer Energie

Schule:
Gebäude:
freigegeben (Unterschrift Schulleitung):

Arbeitsplatz/Zimmer:
Tätigkeit:
Erfassungsdatum:

Teil 1: Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen müssen bei nicht berührungsgefährlichen und bei berührungsgefährlichen Spannungen eingehalten werden:

- Lehrer müssen aufgrund ihrer Ausbildung und Kenntnisse sowie aufgrund ihrer Erfahrungen die von Ihnen geleiteten oder auszuführenden Experimente mit elektrischer Energie beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können. Lehrer müssen vor Beginn der Experimente anhand der RiSU unterwiesen sein.
- Allgemeine Gefahrenunterweisung der Schülerinnen und Schüler mindestens zweimal jährlich mit Dokumentation im Klassenbuch.
- Vor Nutzung muss eine Überprüfung der Geräte und Materialien auf sichtbare Mängel durchgeführt werden. Sichtbare Mängel betreffen typischerweise:
 - an Steckern, Kupplungen und Buchsen:
 - gelockerte, verbogene oder verschmorte Steckkontakte
 - gerissene, verformte oder abgeplatzte Gehäuse bzw. Gehäuseteile
 - abgelöster bzw. beschädigter Knickschutz
 - gelockerte bzw. gelöste Zugentlastung
 - unsachgemäß ausgeführte Reparaturen
 - an den Leitungen:
 - Flickstellen
 - schadhafte Leitungsisolierungen
 - Versprödungen (z.B. durch UV-Einstrahlungen oder Wärmewirkungen)
 - fühlbare Deformationen, die auf Leitungsbrüche oder Knickstellen im Inneren der Leitungen hinweisen
 - am Gerätegehäuse:
 - gebrochene oder abgeplatzte Gehäuseteile
 - Schmorstellen
 - leitfähiger Schmutz oder Feuchtigkeit
 - unsachgemäß ausgeführte Reparaturen
 - Deformationen
 - verstopfte oder verschmutzte Lüftungsöffnungen
- Nur Steckdosen mit vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen dürfen verwendet werden (RCD \leq 30 mA, Zentrale Not-Aus-Einrichtung).
- Sicherheitseinrichtungen dürfen auch zu Experimentierzwecken nicht außer Kraft gesetzt werden.
- Der Stromkreis zu den Schülerexperimentierständen darf erst dann eingeschaltet werden, wenn sich der Lehrer vergewissert hat, dass keine Gefährdungen bestehen. Nach Beendigung der Experimente sind die Stromkreise der Schülerexperimentierstände abzuschalten.
- Schutz der Netzgeräte und Messgeräte vor Feuchtigkeit und Flüssigkeiten auch während des Experiments.
Keine nassen el. Geräte benutzen!
- Akku als Spannungsquelle: dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.
- Leitungen so verlegen, dass keine Knick-, Scher- oder Stolperstellen entstehen.
Niemals Stecker an der Leitung heraus ziehen.
- Bedienungsanleitung und ggfs. Betriebsanweisung der Geräte und Bauteile beachten und gemäß Bestimmungszweck verwenden.
- Maximale Belastbarkeit der Spannungsquelle und der Bauteile beachten.
- Steck- und Schraubverbindungen müssen in ihren Abmessungen aufeinander abgestimmt sein; Kabelschuhe müssen dem Bolzendurchmesser angepasst sein.
- Niemals Bananenstecker in eine Steckdose (230 V) stecken!!!!
- Kondensatoren: Nennspannung und Polung beachten! Explosionsgefahr bei Elektrolytkondensatoren.
- Elektromagnet: Bei Heben von Lasten auf Gefahren durch Stromunterbrechung achten.

Beispiel-Betriebsanweisung

für den Umgang mit elektrischer Energie

Schule:
Gebäude:
freigegeben (Unterschrift Schulleitung):

Arbeitsplatz/Zimmer:
Tätigkeit:
Erfassungsdatum:

Teil 2: Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung

Zusätzlich zu Teil 1 (allgemeinen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln) sind für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung folgende Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln zu beachten:

- Die Lehrkraft muss ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Fachs Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.
- Vor dem Experimentieren müssen Sicherheitseinrichtungen (z.B. RCD, Not-Aus) auf Funktion überprüft werden.
- Sicherheitsexperimentierleitungen sind bei allen Tätigkeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen erforderlich.
- Alle Experimentiereinrichtungen müssen mit Sicherheitsbuchsen ausgestattet sein.
- Aufbau, Umbau und Abbau sind nur im spannungsfreien Zustand erlaubt! Dies gilt auch für Sicherheitsexperimentierleitungen.
- An unter berührungsgefährlicher Spannung stehenden Teilen darf nicht gearbeitet werden. Dies gilt bei Schülerexperimenten auch für das Heranführen von Messeinrichtungen.
- Lehrer überzeugt sich vor Spannungsfreigabe vom richtigen und ordnungsgemäßen Zustand des Aufbaus.
- Es muss sichergestellt sein, dass eine Körperdurchströmung ausgeschlossen ist.
- Vor dem Versuch ist eine Unterweisung der Schülerinnen und Schüler über die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen (auch Not-Aus-Schalter) des Versuches notwendig.
- Hinweis auf ein Verbot häuslicher Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung ist erforderlich.
- Der Lehrer muss während der Versuchsdurchführung im Unterrichtsraum anwesend sein.
- Für Messungen müssen geeignete und sichere Messgeräte verwendet werden.
- Aus pädagogischer Sicht ist die Aufstellung des Warnhinweisschildes W 012 „Warnung vor gefährlicher Spannung“ zu empfehlen.

Teil 3: Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung ohne Schutz durch SELV / PELV-Systeme

Zusätzlich zu Teil 1 (allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln) und Teil 2 (zusätzlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung) sind folgende Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln zu beachten:

- Not-Aus-Schalter direkt am Experimentierstand ist notwendig. Dies ist meist nur am Lehrerarbeitstisch vorhanden.
- Wiedereinschaltung nach Not-Aus-Betätigung darf nur durch befugte Personen möglich sein (z. B. Schlüsselschalter mit abgezogenem Schlüssel).
- Die Lehrkraft muss das Experiment unmittelbar beaufsichtigen. Folglich können nicht mehrere Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV gleichzeitig durchgeführt werden.
- Die Lehrkraft muss vor der Spannungsfreigabe den Versuchsaufbau der Schülerinnen und Schüler prüfen und auf Gefahrstellen hinweisen.
- Die Spannungsfreigabe muss angekündigt werden.
- In jedem Experimentieraufbau ist eine Ein-Aus-Schalteinrichtung mit allpoliger Trennung vorzusehen.
- Zur Abnahme von Energie aus dem 230-V-Netz über Sicherheitsexperimentierleitungen dürfen nur Sicherheitsadapter („Anschlussdosen“) verwendet werden.
- Der Abstand zu den Schülerinnen und Schüler muss genügend groß gewählt werden, sodass diese nicht in die Schaltung greifen können. Mindestabstand zwischen Lehrerarbeitstisch und 1. Schülertisch beträgt für alle Experimente 1,20 m. Falls eine Schutzscheibe vorhanden ist, kann gegebenenfalls auch ein kleinerer Abstand toleriert werden.

Beispiel-Betriebsanweisung

für den Umgang mit elektrischer Energie

Schule:
Gebäude:
freigegeben (Unterschrift Schulleitung):

Arbeitsplatz/Zimmer:
Tätigkeit:
Erfassungsdatum:

Verhalten bei Störungen und im Gefahrenfall

- Im Gefahrenfall Not-Aus-Schalter betätigen oder Netzstecker ziehen.
- Bei Funktionsstörungen oder sichtbaren Schäden das Gerät außer Betrieb setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb sichern. Anschließend Störung dem Sammlungsleiter melden.

Erste Hilfe



- Solange der Verletzte mit einer berührungsgefährlichen Spannungsquelle verbunden ist, darf er von einem Helfer nicht berührt werden. Lebensgefahr für den Helfer!
Daher zuerst Not-Aus betätigen oder Netzstecker ziehen
- Bei Unfällen mit elektrischer Energie ist grundsätzlich ein Notarzt zu rufen.
- Bewusstseinskontrolle durchführen:
Verletzte ist bei Bewusstsein: Beine hoch lagern und Betreuung bis Notarzt eintrifft.
Verletzte ist ohne Bewusstsein:
 Falls Atmung vorhanden: stabile Seitenlage
 Falls keine Atmung vorhanden: Sofort mit Herzdruckmassage und Beatmung beginnen und bis zum Eintreffen des Notarztes fortsetzen
 (30 Kompressionen, 2 Beatmungen, Kompressionsfrequenz: 100 pro Minute)
 Falls Defibrillator vorhanden, sofort einsetzen
- Wundversorgung: Strommarken sind wie Brandverletzungen zu versorgen:
Mit Wasser kühlen und anschließend Wunden keimfrei abdecken.
- Psychische Betreuung des Verletzten ist ebenso wichtig wie die Wundversorgung:
Sprechen Sie die verletzte Person an und erklären, was geschieht.
Suchen Sie vorsichtig Körperkontakt und halten Sie Blickkontakt.
Sprechen Sie ruhig und hören Sie zu.
Halten Sie Schaulustige fern.

Instandhaltung

- Reparaturen an elektrischen Geräten dürfen nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden. Führen Sie keine Reparaturen – auch noch so einfacher Art – an elektrischen Geräten und Anlagen selbst durch.
- Sicherungen dürfen nur vom Sammlungsleiter gewechselt werden.
- Den Sicherungsaustausch nur bei ausgestecktem Gerät durchführen. Nur vorgesehene Sicherungen verwenden.