

Sicherheit in Elektro-Ausbildungsstätten

Errichten, Betreiben, Versuchsaufbau

R. Heuchel, Fröndenberg-Ostbüren

In Elektro-Ausbildungsstätten ist ein vollständiger Berührungsschutz auf Grund der Geräteanordnung und des Übungsaufbaus nicht immer sichergestellt. Es besteht somit eine erhöhte Gefährdung durch elektrischen Schlag. Die Gewähr für die notwendige Arbeitssicherheit bietet jedoch nur eine vorschriftsmäßig eingerichtete und betriebene Elektro-Ausbildungsstätte. Daher sind technische und organisatorische Maßnahmen zu treffen, um eine in jeder Hinsicht ordnungsgemäße und in hohem Maße sichere Durchführung von Übungen und Experimentierarbeiten zu gewährleisten (Bild 1).

1 Errichtung von Experimentierplätzen

Neben den allgemeinen Errichtungsbestimmungen der Normenreihe VDE 0100 sind die speziellen Zusatzfestlegungen gemäß VDE 0100 Teil 723 sowie im Einzelfall VDE 0104 zu berücksichtigen. Darin wird ein sicherer Zustand gefordert. Das heißt, es dürfen keine Personen- oder Sachschäden entstehen.

1.1 Schutz gegen elektrischen Schlag

Der Schutz gegen elektrischen Schlag soll vorzugsweise durch Schutzkleinspannung (SELV) oder Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV) vorgesehen werden, z. B. mittels Sicherheitstransformator. Bei höheren Wechselspannungen können das TN- oder TT-System sowie Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung (FELV) unter der Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) realisiert werden (Bild 2). Der Bemessungsfehlerstrom darf 30 mA nicht übersteigen.

Nur im Ausnahmefall darf in Räumen, die ausschließlich der elektrotechnischen Spezialfachausbildung dienen, auf einen Fehlerstromschutz verzichtet werden. Dieses ist z. B. an Übungsplätzen gegeben, an denen Prüfungen nach VDE 0100 Teil 610 „Erstprüfungen“ zur Wirksamkeit der Schutzmaßnahme geübt werden sollen.

Wenn außerhalb von Experimentierständen befindliche Speisepunkte (z. B. Steckdosen) zum Üben oder Versuchen vorgesehen sind, müssen diese mit dem Hinweis

»Für Experimentierzwecke geeignet«

gekennzeichnet werden.

Autor

Rüdiger H. F. Heuchel ist technischer Angestellter der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft, Dortmund.

1.2 Not-Ausschaltung

An den Zu- und Ausgängen und an jedem Experimentierstand sind Not-Aus-Betätigungseinrichtungen vorzusehen (Bild 3). Mit diesen müssen alle Stromkreise an sämtlichen Experimentiereinrichtungen eines Raums im Gefahrenfall zugleich getrennt werden können. Jeder Teilnehmer muss im Bedarfsfall – von seinem Platz aus – eine Not-Aus-Betätigungseinrichtung leicht, schnell und gefahrlos erreichen können.

1.3 Zentrales Schaltgerät

Für die Experimentiereinrichtungen eines Raums muss ein zentrales Schaltgerät vorhanden sein, das gegen unbefugtes und unbeabsichtigtes Schalten gesichert werden kann. Die Zuschaltung der Experimentierstände kann einzeln, gruppenweise oder zentral vorgesehen werden. Die zentrale Schaltung der Experimentierspannung(en) von einem Punkt aus ist jedoch nur dann zulässig, wenn alle Stände vom Schaltort aus gut einsehbar sind. Eine derartige Einrichtung sollte nur ausnahmsweise gewählt werden.

Jeder Experimentierstand ist mit einer Einrichtung auszurüsten, die den Schaltzustand erkennen lässt.

1.4 Sicherheitskennzeichnung

Experimentierbereiche und -einrichtungen in Elektro-Ausbildungsstätten müssen deutlich und sichtbar mit Warnzeichen gekennzeichnet sein.

Je Platz ist außerdem eine rote Signalleuchte zur Kennzeichnung des eingeschalteten Betriebszustands durch Dauerlicht vorzusehen. Diese muss über den Experimentierbereich hinaus deutlich erkennbar sein (Bild 4).



2 Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD)



3 Not-Aus-Betätigungseinrichtung



4 Warnzeichen vor gefährlicher Spannung (links); Signalleuchte zur Betriebszustandsanzeige (rechts)



1 Experimentiereinrichtungen in einer Elektro-Ausbildungsstätte

Quelle: Fa Elabo

1.5 Einpolige Anschlussstellen

Einpolige Anschlussstellen sind bei der Errichtung als berührungssichere Steckbuchsen auszuführen. Es handelt sich dabei um so genannte Sicherheits-Einbaubuchsen bzw. Buchsensteckvorrichtungen (Bild 5). Die früher üblichen „Bananenbuchsen“ und „Polklemmen“ entsprechen nicht mehr den geforderten Eigenschaften.

1.6 Fremde leitfähige Teile

Im Handbereich eines Experimentierstands sind fremde leitfähige Teile vorzugsweise zu isolieren oder abzudecken oder zu umhüllen. Dazu gehören alle leitfähigen Rohrleitungen, auch metallene Schränke, Regale, Tischaufbauten und -untergestelle, Montagegestelle zur Befestigung von Bauteilen oder Baugruppen, ggf. Schraubstöcke usw. Wenn das nicht durchführbar ist, müssen sie über einen zusätzlichen örtlichen Potentialausgleich miteinander und mit dem Schutzleiter (PE) an zentraler Stelle verbunden werden, beispielsweise in der Elektroverteilung oder über eine Potentialausgleichsschiene.

1.7 Fußböden

Innerhalb des Unterrichtsraums einer Elektro-Ausbildungsstätte sollte der Fußboden isolierend ausgeführt sein oder im Bereich der Experimentiereinrichtungen mit besonderen Isoliermatten gemäß VDE 0680 Teil 1 ausgelegt werden (Bild 6). Ist es aus Gründen der Versuchsdurchführung erforderlich, dass auf SELV, PELV oder FI-Schutzeinrichtung verzichtet werden soll, so ist ein isolierender Fußboden zur Standortisolierung allerdings zwingend erforderlich.

1.8 Einrichtungsgegenstände

Fabrikfertige Einrichtungsgegenstände müssen der Baubestimmung VDE 0789 Teil 100 entsprechen. Das können Experimentierstände, Übungs- und Versuchsplätze, Labortische, Abzüge, Energiezellen, Schalttafeln und -pulte sein sowie Schränke mit Abnahmestellen für elektrische Energie.



5 Berührungssichere Steck-/Laborbuchsen und Experimentierleitungen



6 Besonderer Bodenbelag zur Standortisolierung



7 Versuchsaufbau zur Übung „Leistungselektronik“

Quelle: Fa Elabo

Die Tischplatten zur Aufstellung von Übungs-/ Versuchsaufbauten sind aus nicht leitfähigem Werkstoff vorzusehen.

1.9 Bewegungsfreiheit

Für jede Person an einem Experimentierstand ist (Arbeitsstättenverordnung beachten) eine freie Bewegungsfläche notwendig von mindestens 1 m x 1,5 m pro Person.

2 Grundsätzliche Forderungen zum Betreiben

Beim Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichts- und praktischen Ausbildungsräumen sind grundsätzliche Festlegungen zu beachten, die sich im Wesentlichen auf die VDE 0105 Teil 100 und VDE 0105 Teil 12 sowie VDE 0104 beziehen. Die wichtigsten Forderungen sind:

- Für Elektro-Ausbildungsstätten mit Experi-

mentiereinrichtungen ist in jedem Fall eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen (§§ 5 und 6 des Arbeitsschutzgesetzes).

- Das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen der Experimentiereinrichtungen ist grundsätzlich verboten!
- Die fünf Sicherheitsregeln sind zu beachten.

Ausnahmen bilden das Heranführen von Mess- und Prüfeinrichtungen (z. B. Prüfspitzen und Strommesszangen), Bedienen von berührungssicheren Messgeräten und Auswechseln von berührungssicheren Sicherungen.

2.1 Werkstattordnung

Für das sichere Betreiben/Benutzen von Experimentiereinrichtungen in Elektro-Ausbildungsstätten ist eine Arbeitsanweisung zu erstellen (z. B. eine Ausbildungs-Werkstattordnung) und deren Einhaltung zu überwachen. Die Bestimmungen zum Betrieb – VDE 0105 Teil 12 und VDE 0104 – müssen

an geeigneter Stelle ausgelegt und zusätzlich allen Ausbildern bzw. Lehrkräften ausgehändigt werden.

2.2 Anforderungen an Ausbilder und Lehrkräfte

Ausbilder und Lehrkräfte müssen in hohem Maße fachtechnisch und persönlich geeignet sein und die Forderungen bezüglich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutz verantwortungsbewusst einhalten.

Sie müssen auf Grund ihrer Ausbildung und Kenntnisse (z. B. über ihr Fachgebiet, Vorschriften und Normen) sowie auf Grund ihrer Erfahrungen die von ihnen geleiteten oder auszuführenden Experimente mit elektrischer Energie beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können, um dem Anforderungsprofil „Ausbilder“ bzw. „Lehrkraft“ zu entsprechen.

2.3 Regelmäßige Unterweisung/Unterrichtung/Ausbildung

Auch Auszubildende bzw. Teilnehmer an einem Experiment sind von einem Ausbilder oder einer Lehrkraft, d. h. einem Anlagen- oder Arbeitsverantwortlichen, zu unterweisen.

Eine Unterweisung ist im Bedarfsfall und in angemessenen Zeitabständen durchzuführen – vorzugsweise jedoch halbjährlich. Sie muss neben allgemein gültigen Verhaltensregeln auch mögliche Gefahren beim Üben, Versuchen und Experimentieren sowie bei unsachgemäßem Verhalten beinhalten. Jede Sicherheitsunterweisung muss dokumentiert werden.

Außerdem sind ständig beschäftigte Personen, z. B. Ausbilder, in ausreichender Anzahl in der Bedienung geeigneter Löscheinrichtungen zu unterrichten und in der Wiederbelebung bei Unfällen durch elektrischen Strom auszubilden.

3 Übungs-/Versuchsaufbau

Beim Aufbau eines Übungsplatzes (Bild 7) sind folgende wesentliche Forderungen zu berücksichtigen:

- Die Anordnung der Einrichtungen am Experimentierstand muss so übersichtlich wie möglich erfolgen.
- Alle für elektrische Experimente verwendeten Geräte und Bauteile müssen sich auf

Grund ihrer maximalen Belastbarkeit in Hinsicht auf die Stromstärke, Stromart, Bemessungsspannung und ggf. den Messbereich für den Versuchsaufbau eignen.

- Der Prüfaufbau muss so erfolgen, dass eine Spannungsverschleppung auf fremde leitfähige Teile verhindert ist.
 - Vor der Benutzung elektrischer Betriebsmittel ist eine Überprüfung auf erkennbare Mängel und Schäden durchzuführen.
 - Der Aufbau und Umbau von Experimentiereinrichtungen darf nur im spannungsfreien Zustand erfolgen. Die Arbeiten fallen unter die fünf Sicherheitsregeln.
 - Aktive Teile, die berührunggefährliche Spannung führen können, dürfen nicht „offen“ betrieben werden. Sie benötigen einen Schutz gegen direktes Berühren (Berührungsschutz).
 - Wenn bei Messungen mit Oszilloskopen der Schutzklasse I (mit Schutzleiter) Störeinflüsse aus dem versorgenden Netz, z. B. Ströme über die Abschirmung der Messleitung, unterbunden werden sollen, sind vorzugsweise Differenzial-Tastköpfe zu verwenden.
 - Ein prüfbedingtes Auftrennen des Schutzleiters (PE) ist grundsätzlich unzulässig! Wenn derartige Geräte über einen Trenntransformator (VDE 0551) betrieben werden sollen, sind weitere Schutzvorkehrungen erforderlich, z. B. Umhüllen/Isolieren (Berührungsschutz), Einsatz von Körperschutzmitteln oder ein isolierender Standort.
 - Bei einem Gerät der Schutzklasse II (Schutzisolierung) besteht eine Stromgefährdung, wenn ein unisolierter Tastkopf zur Messung auf hohem Potential benutzt wird. In dem Fall ist Messzubehör mit vornehmlich vollisolierten Steckvorrichtungen zu benutzen.
- Neben den elektrischen sind auch die mechanischen Gefahren an Experimentierplätzen von herausragender Bedeutung. Daher müssen erforderliche mechanische Schutzvorrichtungen ordnungsgemäß montiert und funktionstüchtig sein. ■

Fortsetzung  ELEKTRO PRAKTIKER

Experimentierleitungen, Mess- und Prüfgeräte, Versuchsdurchführung, Prüfungen