

**Laborordnung**  
**Hochschule Kempten, Fakultät Elektrotechnik**  
**Ergänzende Sicherheitsvorschriften für die Durchführung von Praktika in dem Labor „Elektrische Energiesysteme“**

Bei Praktika in den Laboren „Elektrische Energiesysteme“ können durch den Umgang mit Spannungen über 50 V bei Wechselspannung und über 120 V bei Gleichspannung und eventuell rotierender Maschinenteile erhöhte Gefahren entstehen. In Versuchsschaltungen läßt sich nicht immer vermeiden, daß unter Spannung stehende Teile dem Zugriff zugänglich sind. Deshalb muß sich jeder an den Praktika teilnehmenden Studierenden über die hieraus resultierenden Gefahren im Klaren sein. Alle Teilnehmer sind verpflichtet alle erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um sich und andere vor Schaden zu schützen. Einschlägigen Bestimmungen sind:

- BGV A3 bzw. DGUV Vorschrift 3 bzw. VBG4  
Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Unfallverhütungsvorschriften
- BG-Merkblätter MBL 10, 14, 17 und 21
- DIN VDE 0100
- DIN VDE 0100 – 410  
Errichten von Niederspannungsanlagen- Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
- DIN EN 61140 (VDE 0140-1) (IEC 61140:2016)  
Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
- DIN VDE 0100 – 540  
Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-54 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter
- DIN VDE 0100 – 723 (Juni 2005)  
Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V: Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen
- DIN VDE 0104  
Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V: Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen
- **DIN VDE 0105 Teil 12: Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen**
- DIN VDE 0411

**1. Allgemeine Anweisungen**

- 1.1 Vor Beginn des Versuchs erfolgt von den Aufsichtführenden eine Einweisung. Hierbei wird auf mögliche Gefahrenquellen besonders hingewiesen. Außerdem hat sich jeder über die Lage und Handhabung der Sicherheits- und Schutzeinrichtungen zu informieren (z.B. Feuerlöscher, NOT-AUS-Schalter usw.)
- 1.2 Von allen Teilnehmern am Praktikum wird im Labor größte Aufmerksamkeit verlangt. Während der Versuchsdurchführung haben sich alle Teilnehmer nur im Bereich des Versuchsstandes aufzuhalten.

**2. Vorbereitungen zum Praktikum**

- 2.1 Zur Vorbereitung zum Praktikum sind die Versuchsanleitungen sorgfältig durchzuarbeiten und sofern gefordert vorbereitende Berechnungen, Tabellen und Zeichnungen durchzuführen. Während der Versuche erfolgt eine Befragung der Gruppen zu den jeweiligen Versuchen. Bei unzureichender Vorbereitung kann der Gruppe eine Wiederholung des Versuchs nahe gelegt werden.
- 2.2 Mitunter sind die Schaltungen schon fertig aufgebaut und verdrahtet, jedoch kann damit nicht ausgeschlossen werden, daß die Schaltungen ohne Fehler sind. Deshalb sind fertig aufgebaute Schaltungen genau zu überprüfen.

**3. Aufbau und Umbau von Schaltungen**

- 3.1 Ein Auf- bzw. Umbau von Schaltungen darf nur im spannungslosen Zustand erfolgen. Nach Möglichkeit ist der Versuchsaufbau mit vorgeschalteten Sicherungen zu versehen, damit im Störfall nicht unnötig hohe Ströme auftreten können.
- 3.2 Die Gefahr der Berührung spannungsführender Teile ist soweit wie möglich auszuschließen.
- 3.3 Der Versuchsaufbau ist übersichtlich zu gestalten. Die Längen der Verbindungsleitungen sollten den notwendigen Bedürfnissen angepaßt sein. Die Bedienung der Schaltelemente, vor allem des NOT-AUS-Schalters, muß jederzeit möglich sein.
- 3.4 Bei den Meßgeräten ist auf den Meßbereich und die Absicherung zu achten. Sofern nicht anders vorgegeben, sind Meßgeräte immer auf den entsprechenden unempfindlichsten Bereich zu stellen.
- 3.5 Aufspannplatten, Motoren, Leitern und Schränke im Labor dürfen nicht als Ablageplätze für Taschen, Kleidung usw. benutzt werden.
- 3.6 Um die Versuche übersichtlich zu gestalten und um Verwechslungen sowie die Gefahr von Kurzschlüssen zu vermeiden, sind für die Verbindungsleitungen soweit möglich folgende Farben zu wählen:

Spannungsversorgung/Erdung	Leiter	Farbe
Drehspannung	Außenleiter (L1)	braun (schwarz alt) (gelb uralt)
	Außenleiter (L2)	schwarz (braun alt) (grün uralt)
	Außenleiter (L3)	grau (schwarz alt) (schwarz uralt)
Wechselspannung	Außenleiter (L1, L2, L3)	schwarz oder braun
	Neutralleiter (N)	blau
Gleichspannung	Hinleiter (+)	rot
	Rückleiter (-)	blau oder schwarz
Erdung	Schutzleiter (PE)	grün/gelb
	Schutz- und Neutralleiter (PEN)	grün/gelb

**Merke:** In Altbauten findet man gelegentlich noch die nicht mehr zulässigen Kabelfarben Schwarz für den Außenleiter, Rot für geschaltete Außenleiter und den Schutzleiter sowie Grau für den Neutralleiter. Aufgrund der Verwechslungsgefahr dürfen in Installationen und Industrieanlagen mit Netzspannung die Adernfarben **rot, gelb und grün nicht mehr verwendet werden**, die Farbe grün/gelb ist dem Schutzleiter vorbehalten.

**4. Unter Spannung stehende Schaltungen**

- 4.1 Schalthandlungen am Hauptverteiler und an den Hauptschaltern der Versuchsstände dürfen nur von Personen ausgeführt werden, die dazu eingewiesen und autorisiert sind.
- 4.2 Bei neu aufgebauten oder umgebauten Schaltungen erfolgt die Freigabe und das erstmalige Einschalten durch den Betreuer.
- 4.3 Beim Betätigen von Schaltern bzw. anderen Einstell- oder Bedienungselementen ist möglichst nur eine Hand zu verwenden.
- 4.4 Bei Schaltungen, die unter Spannung stehen, dürfen nur Bedienungselemente berührt werden.
- 4.5 Meßleitungen (z.B. Tastköpfe, Meßklemmen, Verbindungsleitungen usw.) dürfen nur im spannungslosen Zustand gewechselt oder angelegt werden. Dazu ist die Schaltung von der versorgenden Spannung zu nehmen (im allgemeinen durch Abschalten des einspeisenden Transformators). Ein Abschalten des Hauptschalters am Versuchsstand sollte vermieden werden, da bei jedem Ein- und Ausschalten alle Meß- und Steuergeräte davon betroffen sind.
- 4.6 Ein Versuchsaufbau darf im eingeschalteten Zustand niemals ohne Aufsicht bleiben! Bei Beendigung des Versuchs ist der Hauptschalter am Versuchsstand abzuschalten.

**Anmerkung: Die Kenntnisnahme dieser ergänzenden Sicherheitsvorschriften sowie die Einhaltung dieser Vorschriften werden mit der Teilnahme am Praktikum vorausgesetzt.**

**Anhang – Schutzklasse III, Kleinspannung  $\leq 50V AC$ ,  $\leq 120V AC$  bzw.  $\leq 25V AC$ ,  $\leq 60V DC$   
siehe auch BGV A3 – Tabelle 5**

Elektrische Geräte der Schutzklasse III zeichnen sich durch eine vergleichsweise niedrige Spannung, die sogenannte Schutzkleinspannung (Safety Extra Low Voltage, bzw. SELV) aus. Sie beträgt maximal 50 Volt Wechselspannung oder 120 Volt Gleichspannung. Das lässt sich mit Hilfe von Akkus oder Generatoren realisieren, die als Quelle der Spannung fungieren. Abhängig vom Risiko, das von dem Gerät ausgeht, kann die Spannung auch deutlich niedriger ausfallen. Insgesamt gelten diese Geräte als Betriebsmittel mit der höchsten Sicherheit.

Kleinspannung (engl. Extra Low Voltage, ELV) ist eine Spannung in der Elektrotechnik, die Grenzwerte für den Spannungsbereich I nach IEC 60449 nicht überschreitet. Dieser Teilbereich der Niederspannung wird umgangssprachlich auch als Niedervolt oder Schwachstrom bezeichnet. Die Grenzwerte sind für Wechselspannung (AC)  $\leq 50 V$  und für Gleichspannung (DC)  $\leq 120 V$ . Diese Werte entsprechen der Grenze für die dauernd zulässige Berührungsspannung für erwachsene Menschen und normale Anwendungsfälle als nicht lebensbedrohlich. Für besondere Anwendungsfälle sind niedrigere Werte festgelegt (siehe VDE 0100 Gruppe 700).

Bei Wechselspannungen unter 25 V oder Gleichspannung unter 60 V kann gänzlich auf einen Schutz gegen Berühren verzichtet werden; diese Spannungen gelten auch für Tiere und Kinder als ungefährlich. Jedoch Spannungsquellen (Batterien, Akkus) die einen Störlichtbogen erzeugen können benötigen sehr wohl einen Schutz gegen direktes Berühren.

In den Grundlagen Praktika dürfen nur Spannungen bis 50V verwendet werden.

**Anhang – Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren  $> 25V AC$ ,  $> 60V DC$   
siehe auch DIN VDE 0100-410**

Beim Schutz gegen direktes Berühren muss der Schutz durch Isolierung aller aktiven Teile vollständig gegeben sein. Auch bei Schutz durch Abdecken oder Umhüllen müssen alle aktiven Teile richtig geschützt sein. Die Abdeckungen oder Hüllen müssen unbeschädigt und richtig befestigt sein, da der Schutz sonst nicht gewährleistet ist. Wenn Schutz durch Abschränkungen gegeben sein soll, müssen diese ihren Zweck auch erfüllen. Innerhalb eines Handbereiches dürfen sich keine berührbaren Teile unterschiedlichen Potentials befinden, da der Schutz durch Abstand sonst nicht gegeben ist. Batterieanschlüssen sind immer zu isolieren, da in diesem Labor Batterien/Akkus verwendet werden die sehr hohe Spannungen und Kurzschlussströme aufweisen. Stromschlag, Lichtbögen, Feuer, Explosionen und spritzendes Metall muss unbedingt verhindert werden.

**Anhang – Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren  $> 50V AC$ ,  $> 120V DC$   
siehe auch BGV A3 – Tabelle 5  
siehe auch DIN VDE 0100-723**

Schutzerdung, FI-Schutzschalter (RCD), Isolationsüberwachung, doppelte oder verstärkte Isolierung

**Anhang – FI-Schutzschalter - Fehlerstromschutzschalter - „Fehlerstrom-Schutzeinrichtung“ (RCD)**

Es sollen alle Geräte an einem FI-Schutzschalter mit kleiner gleich 30mA vom Typ B (allstromsensitiv) betrieben werden.

**Anhang – Fünf Sicherheitsregeln**

Bei Arbeiten in und an elektrischen Anlagen gelten zur Vermeidung von Stromunfällen in Deutschland bestimmte Regeln, welche in den **Fünf Sicherheitsregeln** nach Normenreihe DIN VDE 0105 zusammengefasst sind:

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen (allpolig)
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Diese fünf Sicherheitsregeln sollen vor den Arbeiten an elektrischen Anlagen in der oben genannten Reihenfolge angewandt werden. Nach den Arbeiten werden sie in der umgekehrten Reihenfolge wieder aufgehoben.

#### ***Anhang – Werkzeug***

Wissenschaftliche Mitarbeiter, Masterstudenten und studentische Hilfskräfte dürfen nur das Ihnen zugeteilte Werkzeug verwenden. Dieses Werkzeug befindet sich in der Werkbank „Werkbank IABF rechts“. Das Werkzeug ist nach Gebrauch wieder zurück zu bringen. Andere Arbeitsmittel, die sich im Labor befinden, dürfen nur nach Rücksprache mit dem Labormeister oder Laboringenieur verwendet werden, da diese für Praktika benötigt werden.

#### ***Anhang – Institut für Elektrische Energiesysteme (IEES) - Umgang mit defekten Akkus und Feuer***

Akkus sind grundsätzlich verschlossen im Batteriesafe zu lagern und dürfen demnach nicht offen liegen gelassen werden.

Während den Messungen können Akkus auch in den dafür geeigneten Temperaturschranken verbleiben. Momentan ist nur der Vötsch Klimaschrank für brandgefährliche Lithium Akkus geeignet.

Akkus dürfen nicht überladen, tiefentladen, überhitzt oder kurzgeschlossen werden. Geeignete Hilfsmittel sind zu verwenden um das sicherzustellen.

Defekte Lithium Ionen Akkus sind im Batteriesafe zu lagern und schnellstmöglich zu entsorgen. Die Lagerung von defekten Zellen im Batteriesafe hat getrennt von intakten Zellen zu erfolgen, damit es zu keinen Kettenreaktionen kommt. Ein Laborbrand soll unter allen Umständen vermieden werden. Sollte es dennoch brennen ist das Labor zu verlassen und die Feuerwehr zu rufen. Für einen Löschversuch stehen Feuerlöscher mit CO<sub>2</sub> und Metallbrandpulver zu Verfügung.

Bei Zitronengeruch ist das Labor, wegen akuter Erstickungsgefahr, sofort zu verlassen.

#### ***Anhang – Arbeitszeiten – Labor absperren***

Die Arbeitszeiten sind nach Möglichkeit auf den Zeitraum 7:30 – 17:30 (am Freitag bis 13:00) zu legen, da hier der Laboringenieur und Labormeister weiterhelfen kann. Generell gilt, es müssen immer zwei Personen im Labor sein, wobei ein Mitarbeiter mit Schlüssel anwesend sein muss.

Im Labor dürfen sich nur unterwiesene Personen aufhalten. Fremde Personen im Labor sollen angesprochen werden: „Was machen Sie hier?“ Eine Nutzung von anderen Personen z.B. als Internetcafe ... ist nicht zulässig.

Folgende Arbeiten müssen beim Labor absperren durchgeführt werden

- Wenn niemand im Labor ist, muss das Labor abgesperrt werden, das gilt auch während der Mittagszeit z.B. Außentüre am Podest zuziehen
- Fenster schließen und Jalousie zuziehen
- Drucker und PC's ausschalten
- alle Lichter ausschalten

#### ***Anhang – Aufräumen***

Der Arbeitsplatz ist täglich aufzuräumen und der Boden muss besenrein verlassen werden. Das Labor soll den hohen Besuchern aus Politik und Wirtschaft positiv in Erinnerung bleiben.

#### ***Anhang – Telefonate***

Private Ferngespräche sind nicht erlaubt.

#### ***Anhang – Farbgebung***

Zur Unterscheidung der Außenleiter und des Neutralleiters sind bei Kabelsystemen für Niederspannung je nach Region einheitliche Farben festgelegt. In der EU ist die Farbgebung durch die Norm IEC 60446 (EN 60446) festgelegt. In anderen Ländern werden auch davon abweichende Farbschemata verwendet. Einige übliche Farbgebungen in Dreiphasensystemen sind:

	L1	L2	L3	Neutralleiter N	Erde/ Schutzerde
<b>EU, inklusive aller Länder, welche den CENELEC Standard IEC 60446 anwenden</b> <sup>[1]</sup>	nicht einheitlich	nicht einheitlich	nicht einheitlich	 Blau	
Deutschland <sup>[2][3]</sup>	 Braun oder  Schwarz (bei Altinstallationen, L1 liegt zwischen N und PE)	 Schwarz oder  Braun (bei Altinstallationen)	 Grau oder  Schwarz (bei Altinstallationen)	 Blau	 oder blanker außen liegender Kupferleiter zwischen Mantel und Füllmantel (genannt: konzentrischer Schutzleiter)
Schweiz	 Braun  Schwarz (bei Altinstallationen)	 Schwarz  Rot (bei Altinstallationen)	 Grau oder  Weiß (bei Altinstallationen)	 Blau  Gelb (bei Altinstallationen)	  (bei Altinstallationen)
Österreich	 Braun oder  Schwarz	 Schwarz oder  Braun	 Grau oder  Braun	 Blau	
Frankreich	 Braun	 Schwarz	 Schwarz	 Blau	
<b>Vereinigte Staaten, nicht einheitlich festgelegt. Farben sind teilweise im NEC festgelegt</b>	 Schwarz oder  Braun	 Rot oder  Orange oder  Violett	 Blau oder  Gelb	 Weiß oder  Grau	 oder blanke Kupferleitung
<b>Kanada (verpflichtend von der Canadian Standards Association festgelegt)</b>	 Rot	 Schwarz	 Blau	 Weiß	 Grün oder blanke Kupferleitung
<b>Australien und Neuseeland (Festgelegt im Standard AS/NZS 3000:2007)</b>	 Rot	 Weiß	 Dunkelblau	 Schwarz	
<b>China (Festgelegt im Standard GB 50303-2002 Abschnitt 15.2.2)</b>	 Weiß	 Grün	 Rot	 Hellblau	

**Anmerkung:** In Hochvolt DC-System bzw. E-Fahrzeuge werden orangene Kabel verwendet.