



Sicherheitsinformationen aus Kassel

Hinweise der Pädagogischen Forschungsstelle zu den Optikversuchen der 8. Klasse in

**Mackensen, M. v. (2013): Klang, Helligkeit und
Wärme**

- Versuch „Op 1 Hebung“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 2 Urphänomen der Chromatik“ – Achtung: dieser Versuch darf so nicht mehr durchgeführt werden! Ersatzweise kann das *Triebmittel zum Urphänomen der Chromatik nach Goethe* der Lehrmittelabteilung des Bildungswerkes Beruf und Umwelt verwendet werden.
- Versuch „Op 3 Wasserprisma“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 4 Glasprisma – Schülerversuch“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 5 Planparalleler Block“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 6 Doppelprisma“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 7a Vergrößerungslinse, 7b Verschwimmepunkt“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 8 Schülerversuch zur Linse“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 9 Brennpunkt“ – Gefährdungsbeurteilung beachten!
- Versuch „Op 10a Schülerversuch: Ansichtsumkehr und freies Bild, Op 10b Großes freies Bild“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
- Versuch „Op 11 Fernrohr“ – keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.

Kassel, den 4.9.2018
Unser Zeichen: Som

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit künstlicher optischer Strahlung

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich: Physik

Klassenstufe: 8

Experiment: „Op 9 – Brennpunkt“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung vorhanden?

- Es sind keine Gefährdungen vorhanden, da folgende Expositionsgrenzwerte eingehalten werden:
- Grenzwert für effektive Bestrahlung mit UV-Licht: 30 J/m^2 (Tagesdosis für Augen und Haut)
 - Grenzwert für Blendung: 1000 cd/m^2

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung sind die Expositionsgrenzwerte ohne besondere Schutzmaßnahmen bei den folgenden Strahlungsquellen eingehalten:

- haushaltsübliche Leuchtmittel (Energiesparlampe, Halogenlampe, Glühlampe $\leq 100 \text{ W}$, Niedervolt-Glühlämpchen, ...)
- offene Kerzenflammen
- Teclu- oder Bunsenbrennerflammen
- Natrium-Spektrallampen
- Geldscheinprüfgeräte
- Blitzlichtgeräte
- LEDs der Risikogruppe 0 oder 1

Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen ohne besondere Schutzmaßnahmen erlaubt.

- Es werden Strahlungsquellen eingesetzt, die eine Gefährdung verursachen können und aus diesem Grund die Einhaltung von Schutzmaßnahmen erfordern:
- Starke Lampe, beispielsweise Halogenlampe 1000 Watt
 - Laser der Klasse 1, 1M, 2, 2M oder 3A
 - UV-Hand- oder Tischlampe
 - IR-Lampe
 - Spektrallampe
 - Bogenlampe
 - LED der Risikogruppe 2
 - gebündeltes Sonnenlicht

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, elektrische, thermische)?

- Starke Erwärmung der Strahlungsquelle
- Elektrische Gefährdungen

Substitutionsprüfung für Experimente mit gefährdenden Strahlungsquellen?

- Lernziel kann nur mit der ausgewählten Strahlungsquelle erreicht werden.
- Lernziel kann mit einer Strahlungsquelle mit geringerer Gefährdung erreicht werden, es soll aber dennoch mit der ausgewählten Strahlungsquelle durchgeführt werden.
Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „Laser“
- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „Spektrallampen“
- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „UV-Lampen“
- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „Kohlebogenlampe“

- Maßnahmen für IR-Lampen:
 - Unterweisung der SuS über thermische Gefahren
 - Keine brennbaren Materialien im Umkreis von 1 Meter
 - Kein Betrieb ohne ständige Aufsicht (Brandgefahr)

- Maßnahmen für LED der Risikogruppe 2:
 - Unterweisung der SuS über Blendungsgefahren – kein direktes Blicken in die Lichtquelle

- Maßnahmen Experimente mit gebündeltem Sonnenlicht:
 - Unterweisung der SuS über Blend- und Brand- bzw. Verbrennungsgefahren:
 - kein direktes Blicken in die Lichtquelle
 - Brand- und Verbrennungsgefahr beachten

- Siehe Gefährdungsbeurteilung elektrische Energie
Insbesondere ist zu beachten: Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (gemäß der Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Geräten, Anlagen und Leitungen).

- Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Datum, Unterschrift



Sicherheitsinformationen aus Kassel

Hinweise der Pädagogischen Forschungsstelle zu den Wärmelehre-Versuchen der 8. Klasse in

Mackensen, M. v. (2013): Klang, Helligkeit und Wärme

- Versuch „W 1 Strömung“ – Achtung: dieser Versuch darf so nicht mehr durchgeführt werden!
- Versuch „W 2a Konvektion mit Heber, Op 2b Konvektion mit Überlauf“ – Dieser Versuch wird ausdrücklich nicht empfohlen.
- Versuch „W 3a Konvektion im Rohr“ – Dieser Versuch wird empfohlen. Gefährdungsbeurteilung beachten!
- Versuch „W 3b Smoker“ – Dieser Versuch wird ausdrücklich nicht empfohlen.
- Versuch „W 4 Körperwärme“ – Dieser Versuch wird ausdrücklich nicht empfohlen.
- Versuch „W 5 Konvektionsflug“ – Achtung: dieser Versuch darf so nicht mehr durchgeführt werden!
- Versuch „W 6 Kochendes in der Hand“ – Achtung: dieser Versuch darf so nicht mehr durchgeführt werden!
- Versuch „W 7 Wärmewirkung durch Kaltes hindurch“ – Dieser Versuch wird ausdrücklich nicht empfohlen.
- Versuch „W 8 Wärmemitnahme verschiedener Materialien“ – Gefährdungsbeurteilung beachten!
Zur Weiß- und Schwarzfärbung der Rundkolben nicht – wie im Text beschrieben – Magnesiumoxid und Benzol verwenden, sondern Sprühlacke. Am Lehrerseminar für Waldorfpädagogik kommen Universal-Sprühlacke (seidenmatt) in weiß und schwarz zum Einsatz, die in 2-3 Schichten dünn aufgesprüht werden.
- Versuch „W 9 Hohlspiegel“ – Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „W 10 Infrarot-Fotografie“ – Dieser Versuch wird ausdrücklich nicht empfohlen.
- Versuch „W 11 Infrarot-Bewegungsmelder“ – Dieser Versuch wird ausdrücklich nicht empfohlen.

Kassel, den 1.9.2018
Unser Zeichen: Som

**Bildungswerk
Beruf und Umwelt e.V.**
gemeinnütziger e.V. im Bund
der Freien Waldorfschulen

Brabanter Straße 30
34131 Kassel

Tel 0561 207568-0
Fax 0561 207568-29

info@lehrerseminar-forschung.de
www.lehrerseminar-forschung.de

Amtsgericht Kassel | VR 1914

Vertretungsberechtigter Vorstand:
Stephan Sigler
Wilfried Sommer
Michael Zech

Kasseler Sparkasse
IBAN: DE70 5205 0353 0001 0030 19
BIC: HELADEF1KAS

UID: DE 113092322
St.-Nr.: 02525053548

Wilfried Sommer

Tel 0561 207568-23 | sommer@lehrerseminar-forschung.de



Sicherheitsinformationen aus Kassel

Hinweis der Lehrmittelabteilung zum Teclubrenner: Standfestigkeit und Schlauchanschluss

Der von der Lehrmittelabteilung des Bildungswerkes Beruf und Umwelt vertriebene *Teclubrenner* kann mit einem Magnet nachgerüstet werden, durch den der Brenner auf der ebenfalls von der Lehrmittelabteilung vertriebenen *Chemieplatte* oder anderen magnetischen Unterlagen sicher steht. Mit dem Magnet (samt Gewindebuchse und Befestigungsschraube) wird zugleich ein Alu-Niederhalteblech mitgeliefert. So ist es möglich, den *Teclubrenner* auch ohne magnetische Unterlage auf einem Labortisch zu fixieren. Beides zusammen bietet die Lehrmittelabteilung unter der Bezeichnung *Befestigungsset Teclubrenner* an.

Im Bildungswerk Beruf und Umwelt verwendet das Lehrerseminar für Waldorfpädagogik Kassel ausschließlich Sicherheitsgasschläuche mit Muffen der Firma PHYWE (insbesondere *Sicherheitsgasschlauch mit Muffen, l = 150 cm*, Art.-Nr. 46921-15 und *Sicherheitsgasschlauch mit Muffen, l = 100 cm*, Art.-Nr. 39281-00, www.phywe.de), sind diese doch RiSU-konform.

Als Verbindungsstücke kommen von der Firma Schlauch-Profi (www.schlauch-profi.de) ein *Messing Y-Stück mit Schlauchtüllen 9 mm* (Art.-Nr. 445345) und eine *Doppelschlauchtülle Verbindungstülle Messing --/ 8 mm* (Art.-Nr. 445219) zum Einsatz.

Sofern Propangasflaschen verwendet werden, werden hinter dem Druckminderer Schlauchtüllen der Firma Landefeld (www.landefeld.de) eingesetzt: *Schlauchtülle, m. Mutter (links), G 1/4" LH-9 mm, 16 bar Messing* (Art.-Nr. S'T 149 MS LH).

Wilfried Sommer
Tel 0561 207568-23 | sommer@lehrerseminar-forschung.de

Kassel, den 1.9.2018
Unser Zeichen: Som

**Bildungswerk
Beruf und Umwelt e.V.**
gemeinnütziger e.V. im Bund
der Freien Waldorfschulen

Brabanter Straße 30
34131 Kassel

Tel 0561 207568-0
Fax 0561 207568-29

info@lehrerseminar-forschung.de
www.lehrerseminar-forschung.de

Amtsgericht Kassel | VR 1914

Vertretungsberechtigter Vorstand:

Stephan Sigler
Wilfried Sommer
Michael Zech

Kasseler Sparkasse
IBAN: DE70 5205 0353 0001 0030 19
BIC: HELADEF1KAS

UID: DE 113092322
St.-Nr.: 02525053548

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit thermischer Gefährdung

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich: Physik

Klassenstufe: 8

Experiment: „W 3a – Konvektion im Rohr“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind thermische Gefährdungen vorhanden?

- Gefahr durch hohe Temperaturen: Verbrennungen oder Brände
- Gefahr durch niedere Temperaturen: Erfrierungen

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. elektrische, mechanische, optische, chemische)?

- nein
- ja, und zwar: Sieden des Wassers im Glasrohr. Die aufsteigenden Dampfblasen können dann ein starkes Herausspritzen heißen Wassers bewirken.

Substitutionsprüfung:

- Lernziel kann nicht durch ein gefahrloseres Experiment erreicht werden
- Lernziel kann durch gefahrloseres Experiment erreicht werden, das Experiment soll aber dennoch durchgeführt werden.
Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Bedienungsanleitung beachten
- Betriebsanweisung beachten
- Schutzhandschuhe tragen
- Schüler auf Gefahren hinweisen
- Weitere Maßnahmen:
Der von der Lehrmittelabteilung des Bildungswerkes Beruf und Umwelt vertriebene Teclubrenner kann mit einem Magnet nachgerüstet werden, durch den der Brenner auf der ebenfalls von der Lehrmittelabteilung vertriebenen Chemieplatte oder anderen magnetischen Unterlagen sicher steht. Mit dem Magnet (samt Gewindebuchse und Befestigungsschraube) wird zugleich ein Alu-Niederhalteblech mitgeliefert. So ist es möglich, den Teclubrenner auch ohne magnetische Unterlage auf einem Labortisch zu fixieren.

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit thermischer Gefährdung

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich: Physik

Klassenstufe: 8

Experiment: „W 8 – Wärmemitnahme verschiedener Materialien“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind thermische Gefährdungen vorhanden?

- Gefahr durch hohe Temperaturen: Verbrennungen oder Brände
- Gefahr durch niedere Temperaturen: Erfrierungen

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. elektrische, mechanische, optische, chemische)?

- nein
- ja, und zwar: elektrische. Siehe Gefährdungsbeurteilung elektrische Energie. Insbesondere ist zu beachten: Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (gemäß der Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Geräten, Anlagen und Leitungen)

Substitutionsprüfung:

- Lernziel kann nicht durch ein gefahrloseres Experiment erreicht werden
- Lernziel kann durch gefahrloseres Experiment erreicht werden, das Experiment soll aber dennoch durchgeführt werden.
Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Bedienungsanleitung beachten
- Betriebsanweisung beachten
- Schutzhandschuhe tragen
- Schüler auf Gefahren hinweisen
- Weitere Maßnahmen: Zur Weiß- und Schwarzfärbung der Rundkolben nicht – wie im Text beschrieben – Magnesiumoxid und Benzol verwenden, sondern weiße bzw. schwarze Universal-Sprühlacke (seiden-matt), die in 2-3 Schichten dünn aufgesprüht werden.

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit künstlicher optischer Strahlung

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich: Physik

Klassenstufe: 8

Experiment: „W 9 – Hohlspiegel“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung vorhanden?

- Es sind keine Gefährdungen vorhanden, da folgende Expositionsgrenzwerte eingehalten werden:
- Grenzwert für effektive Bestrahlung mit UV-Licht: 30 J/m^2 (Tagesdosis für Augen und Haut)
 - Grenzwert für Blendung: 1000 cd/m^2

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung sind die Expositionsgrenzwerte ohne besondere Schutzmaßnahmen bei den folgenden Strahlungsquellen eingehalten:

- haushaltsübliche Leuchtmittel (Energiesparlampe, Halogenlampe, Glühlampe $\leq 100 \text{ W}$, Niedervolt-Glühlämpchen, ...)
- offene Kerzenflammen
- Teclu- oder Bunsenbrennerflammen
- Natrium-Spektrallampen
- Geldscheinprüfgeräte
- Blitzlichtgeräte
- LEDs der Risikogruppe 0 oder 1

Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen ohne besondere Schutzmaßnahmen erlaubt.

- Es werden Strahlungsquellen eingesetzt, die eine Gefährdung verursachen können und aus diesem Grund die Einhaltung von Schutzmaßnahmen erfordern:
- Starke Lampe, beispielsweise Halogenlampe 1000 Watt
 - Laser der Klasse 1, 1M, 2, 2M oder 3A
 - UV-Hand- oder Tischlampe
 - IR-Strahlung
 - Spektrallampe
 - Bogenlampe
 - LED der Risikogruppe 2
 - gebündeltes Sonnenlicht

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, elektrische, thermische)?

- Starke Erwärmung der Strahlungsquelle (Teclubrenner)
- Elektrische Gefährdungen

Substitutionsprüfung für Experimente mit gefährdenden Strahlungsquellen?

- Lernziel kann nur mit der ausgewählten Strahlungsquelle erreicht werden.
- Lernziel kann mit einer Strahlungsquelle mit geringerer Gefährdung erreicht werden, es soll aber dennoch mit der ausgewählten Strahlungsquelle durchgeführt werden.
Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „Laser“
- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „Spektrallampen“
- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „UV-Lampen“
- Vorgehensweise gemäß Betriebsanweisung „Kohlebogenlampe“
- Maßnahmen für IR-Strahlung:
 - Unterweisung der SuS über thermische Gefahren
 - Keine brennbaren Materialien im Umkreis des Teclubrenners. Darauf achten, dass die Flamme des Brenners nicht den Hohlspiegel beschädigt.
- Maßnahmen für LED der Risikogruppe 2:
 - Unterweisung der SuS über Blendungsgefahren – kein direktes Blicken in die Lichtquelle
- Maßnahmen Experimente mit gebündeltem Sonnenlicht:
 - Unterweisung der SuS über Blend- und Brand- bzw. Verbrennungsgefahren:
 - kein direktes Blicken in die Lichtquelle
 - Brand- und Verbrennungsgefahr beachten
- Siehe Gefährdungsbeurteilung elektrische Energie
Insbesondere ist zu beachten: Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (gemäß der Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Geräten, Anlagen und Leitungen).
- Weitere Sicherheitsmaßnahmen:
Der von der Lehrmittelabteilung des Bildungswerkes Beruf und Umwelt vertriebene Teclubrenner kann mit einem Magnet nachgerüstet werden, durch den der Brenner auf der ebenfalls von der Lehrmittelabteilung vertriebenen Chemieplatte oder anderen magnetischen Unterlagen sicher steht. Mit dem Magnet (samt Gewindebuchse und Befestigungsschraube) wird zugleich ein Alu-Niederhalteblech mitgeliefert. So ist es möglich, den Teclubrenner auch ohne magnetische Unterlage auf einem Labortisch zu fixieren.

Datum, Unterschrift



Sicherheitsinformationen aus Kassel

Hinweise der Pädagogischen Forschungsstelle zu den Elektromagnetismus-Versuchen der 8. Klasse in

Mackensen, M. v. (2013): Klang, Helligkeit und Wärme

- Versuch „E 1 Kompassablenkung (Oersted-Versuch)“ – Nur 4,5 Volt Flachbatterie verwenden, begrenzt diese doch den Strom hinreichend im Kurzschlussbetrieb. Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „E 2 Kompassreigen“ – Bleiakku 6 V, Sicherungsschalter 32 A und Sicherheits-Experimentierkabel 32 A verwenden. Als Metallstange eine Alustange einsetzen (ist nicht magnetisch). Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „E 3 Spule als Magnet“ – Nur 4,5 Volt Flachbatterie verwenden, begrenzt diese doch den Strom hinreichend im Kurzschlussbetrieb. Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „E 4 Spulenfeld“ – Akku 6 V, Spule mit 250 Windungen verwenden. Die auftretende Stromstärke ist nicht für den Dauerbetrieb geeignet. Von daher die Spule nur maximal 10 Sekunden anschließen. Schalter verwenden. Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „E 5 Elektromagnet“ – Achtung: die Versuche a) und d) dürfen so nicht mehr durchgeführt werden!
Für die Versuche b) und c) Akku 6 V, Spule mit 250 Windungen verwenden. Die auftretende Stromstärke ist nicht für den Dauerbetrieb geeignet. Von daher die Spule nur maximal 10 Sekunden anschließen. Schalter verwenden. Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „E 6 Jeder Schüler wickelt einen Elektromagneten“ – Achtung: dieser Versuch darf so nicht mehr durchgeführt werden!
- Versuche „E 7 Telegraph“ und „E 8 Klingel“ – Bei diesen Versuchen den Akku nur mittels Schalter anschließen. Gefährdungsbeurteilung beachten.
- Versuch „E 9 Das Messinstrument“ – Anstelle des Netzgerätes einen Akku 6 V verwenden. Durch Parallelschaltung zweier 6 V Birnchen zwei unterschiedliche Stromstärken vorführen. Schalter verwenden. Gefährdungsbeurteilung beachten.

Kassel, den 1.9.2018
Unser Zeichen: Som

**Bildungswerk
Beruf und Umwelt e.V.**
gemeinnütziger e.V. im Bund
der Freien Waldorfschulen

Brabanter Straße 30
34131 Kassel

Tel 0561 207568-0
Fax 0561 207568-29

info@lehrerseminar-forschung.de
www.lehrerseminar-forschung.de

Amtsgericht Kassel | VR 1914

Vertretungsberechtigter Vorstand:
Stephan Sigler
Wilfried Sommer
Michael Zech

Kasseler Sparkasse
IBAN: DE70 5205 0353 0001 0030 19
BIC: HELADEF1KAS

UID: DE 113092322
St.-Nr.: 02525053548

Wilfried Sommer

Tel 0561 207568-23 | sommer@lehrerseminar-forschung.de

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 1 – Kompassablenkung (Oersted-Versuch)“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.:
Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Es wird eine Flachbatterie mit einer Spannung von maximal 4,5 V verwendet. In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.
- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb 50 V AC/ 120 V DC erzeugen.
- In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme
- In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Es ist möglich, dass sich die Kabel oder die Flachbatterie 4,5 V erwärmen. Werden sie mehr als handwarm, so muss der Schalter im Stromkreis umgehend geöffnet werden.

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:

- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Batterien oder Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt. Schalter verwenden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 2 – Kompassreigen“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Es wird ein Bleiakku mit einer Spannung von maximal 6 V verwendet. In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.
- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb 50 V AC/ 120 V DC erzeugen.
- In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme
- In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Die Kabel können sich erwärmen. Sollte der Sicherungsschalter innerhalb von 10 Sekunden nicht ausgelöst und den Stromkreis unterbrochen haben, so ist der Sicherungsschalter umgehend manuell zu betätigen. Damit wird eine zu starke Erwärmung vermieden.

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:

- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.
Wegen der hohen Ströme muss ein Sicherungsschalter 32 A verwendet werden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Nur Sicherheits-Experimentierkabel 32 A verwenden. Die Alustange stets in den Leiterkreis integrieren.

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 3 – Spule als Magnet“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Es wird eine Flachbatterie mit einer Spannung von maximal 4,5 V verwendet. In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.
- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb 50 V AC/ 120 V DC erzeugen.
- In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.
- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme
- In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Es ist möglich, dass sich die Kabel oder die Flachbatterie 4,5 V erwärmen. Werden sie mehr als handwarm, so muss der Schalter im Stromkreis umgehend geöffnet werden.

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:

- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Batterien oder Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt. Schalter verwenden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 4 – Spulenfeld“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Es wird ein Bleiakku mit einer Spannung von maximal 6 V verwendet.
In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.
- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb $50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ erzeugen.
- In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme
- In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:

- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.
Schalter verwenden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Wird eine Spule mit 250 Windungen (Leybold) bei einer Spannung von 6 V eingesetzt, so ist die auftretende Stromstärke nicht für den Dauerbetrieb geeignet. Dieser ist auch nicht erforderlich, richten sich doch die Eisenfeilspäne unmittelbar nach dem Einschalten des Stromes aus. Ggf. muss man einmal kurz gegen die Pappe klopfen, auf der die Eisenfeilspäne liegen. Nach spätestens 10 Sekunden den Stromkreis unterbrechen.

Wird eine Spule mit 500 Windungen (Leybold) bei einer Spannung von 6 V eingesetzt, so ist ein Dauerbetrieb möglich, ebenso bei einer Spule mit 1000 Windungen (Leybold) und einer Spannung von 12 V.

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 5 – Elektromagnet – Teile b) und c)“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Es wird ein Bleiakku mit einer Spannung von maximal 6 V verwendet.
In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.
- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb 50 V AC/ 120 V DC erzeugen.
- In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.
- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme
In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Beim Aufsetzen des Jochs auf den U-Kern besteht Quetschgefahr. Das Joch darf nur so gehalten werden, dass keine Finger zwischen U-Kern und Joch kommen können. Die Anziehung des Jochs wird schlagartig stärker.

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:

- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.
Schalter verwenden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Achtung: Die Teile a) und d) des Versuches dürfen so nicht mehr durchgeführt werden. Die Gefährdungsbeurteilung bezieht sich nur auf die Teile b) und c).

Wird eine Spule mit 250 Windungen (Leybold) bei einer Spannung von 6 V eingesetzt, so ist die auftretende Stromstärke nicht für den Dauerbetrieb geeignet. Nach spätestens 10 Sekunden den Stromkreis unterbrechen.

Wird eine Spule mit 500 Windungen (Leybold) bei einer Spannung von 6 V eingesetzt, so ist ein Dauerbetrieb möglich, ebenso bei einer Spule mit 1000 Windungen (Leybold) und einer Spannung von 12 V.

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 7 – Der Telegraph – E 8 - Klingel“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator mit Begrenzung auf $U \leq 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$ oder netzunabhängige Versorgung mit mindestens gleicher Sicherheit: Akku, Batterie Generator, Solarzelle, Kondensator, ... ($U \leq 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$).
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen erzeugen. In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.

- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb $50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ erzeugen.

In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme
- In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Zwischen dem U-Kern oder Joch und den von diesen angezogenen Teilen besteht Klemm- und Quetschgefahr.

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:
- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.
Schalter verwenden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Weitere Sicherheitsmaßnahmen:

Wird eine Spule mit 250 Windungen (Leybold) bei einer Spannung von 6 V eingesetzt, so ist die auftretende Stromstärke nicht für den Dauerbetrieb geeignet. Nach spätestens 10 Sekunden den Stromkreis unterbrechen.

Wird eine Spule mit 500 Windungen (Leybold) bei einer Spannung von 6 V eingesetzt, so ist ein Dauerbetrieb möglich, ebenso bei einer Spule mit 1000 Windungen (Leybold) und einer Spannung von 12 V.

Datum, Unterschrift

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit elektrischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe: 8

Experiment: „E 9 – Das Messinstrument“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang, Helligkeit und Wärme. Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch elektrische Energie vorhanden?

- Nicht berührungsgefährliche Spannung, da die folgenden Punkte erfüllt sind:
- Sicherheitstransformator mit Begrenzung auf $U \leq 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$ oder netzunabhängige Versorgung mit mindestens gleicher Sicherheit: Akku, Batterie Generator, Solarzelle, Kondensator, ... ($U \leq 25 \text{ V AC} / 60 \text{ V DC}$).
 - In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen erzeugen. In diesem Fall ist eine nur sehr geringfügige Gefährdung durch elektrische Energie vorhanden. Es müssen nur die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden. Schülerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt.

- Berührungsgefährliche Spannung mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme, da die folgenden Punkte erfüllt sind:

- Sicherheitstransformator $U \leq 50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ 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.
- In der Experimentieranordnung befinden sich keine Spulen, Transformatoren, Kondensatoren oder andere Bauteile, die berührungsgefährliche Spannungen oberhalb $50 \text{ V AC} / 120 \text{ V DC}$ erzeugen.

In diesem Fall ist eine **Gefährdung durch elektrische Energie** vorhanden. Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

- Berührungsgefährliche Spannung ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme

In diesem Fall ist eine erhebliche Gefährdung durch elektrische Energie gegeben. Weitreichende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Schülerexperimente sind unter unmittelbarer Aufsicht des Lehrers ab Klasse 11 erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrerexperimente sind in allen Klassenstufen erlaubt, wenn das Lernziel sonst nicht erreicht werden kann. Lehrkräfte müssen ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. mechanische, thermische, optische)?

Tätigkeitsbeschränkungen?

- Tätigkeitsverbot für Lehrkräfte, die kein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen
- Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10

Substitutionsprüfung für Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung?

- Lernziel kann nur mit berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme nicht erreicht werden
- Lernziel kann mit Schutz durch SELV/PELV-Systeme erreicht werden, es soll aber dennoch ohne Schutz durch SELV/PELV-Systeme durchgeführt werden. Begründung:
- Lernziel kann mit nicht berührungsgefährlicher Spannung erreicht werden, es soll aber dennoch mit berührungsgefährlicher Spannung durchgeführt werden. Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Allgemeine Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für alle Experimente mit elektrischer Energie (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit elektrischen Anlagen, Geräten und Leitungen)
Insbesondere: Akkumulatoren dürfen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.
Schalter verwenden!
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln für berührungsgefährliche Spannungen (nach Betriebsanweisung für das Arbeiten mit berührungsgefährlichen Spannungen)

Hinweis

Anstelle des Sicherheitstransformators kann auch ein Bleiakku 6 V verwendet werden. Durch Parallelschaltung zweier 6 V Birnchen kann man zwei unterschiedliche Stromstärken vorführen. Es muss der Akku über einen Schalter angeschlossen werden.

Die Leistungsaufnahme der Birnchen muss an die mechanische Spannung der Aufhängebänder angepasst werden.

Datum, Unterschrift



**Bildungswerk
Beruf und Umwelt e.V.**

Sicherheitsinformationen aus Kassel

Hinweise der Pädagogischen Forschungsstelle
zu den Aeromechanik- und Akustik-Versuchen
der 8. Klasse in

Mackensen, M. v. (2013): Klang, Helligkeit und
Wärme

Kassel, den 26.9.2018
Unser Zeichen: Som

- Versuch „R 6 Zerdrücken“ – Achtung: dieser Versuch darf so nicht mehr durchgeführt werden.
- Versuch „A 6 Vakuum“ – Es besteht die Gefahr einer Implosion der Luftpumpenglocke bzw. des Rezipienten. Daher den Glaskörper vor dem Versuch auf Unversehrtheit überprüfen und den Versuch entweder hinter einer Schutzscheibe durchführen oder einen Schutzzylinder für Rezipienten (beispielsweise Artikel-Nr. 02668-14 von Phywe) einsetzen. Experimentierende tragen eine Schutzbrille. Gefährdungsbeurteilung beachten.

Wilfried Sommer
Tel 0561 207568-23 | sommer@lehrerseminar-forschung.de

**Bildungswerk
Beruf und Umwelt e.V.**
gemeinnütziger e.V. im Bund
der Freien Waldorfschulen
Brabanter Straße 30
34131 Kassel
Tel 0561 207568-0
Fax 0561 207568-29
info@lehrerseminar-forschung.de
www.lehrerseminar-forschung.de
Amtsgericht Kassel | VR 1914
Vertretungsberechtigter Vorstand:
Stephan Sigler
Wilfried Sommer
Michael Zech
Kasseler Sparkasse
IBAN: DE70 5205 0353 0001 0030 19
BIC: HELADEF1KAS
UID: DE 113092322
St.-Nr.: 02525053548

Dokumentation zur Gefährdungsbeurteilung für Experimente mit mechanischer Energie

Schule / Dienststelle:

Unterrichtsfach / Fachbereich:

Klassenstufe:

Experiment: „A 6 – Vakuum“ – Bezeichnung nach Mackensen, M. v.: Klang Helligkeit und Wärme.
Kassel, Pädagogische Forschungsstelle, 2013

Wer führt das Experiment durch? Lehrkraft Schülerinnen/Schüler (SuS)

Sind Gefährdungen durch mechanische Energie vorhanden?

- Gefahr durch herumfliegende Teile
- Splittergefahr (Implosionsgefahr)
- Quetschgefahr
- Sturzgefahr
- weitere mechanische Gefahren:

Sind weitere Gefährdungen vorhanden (z. B. elektrische, thermische, optische)?

- nein
- ja, und zwar:

Substitutionsprüfung:

- Lernziel kann nicht durch ein gefahrloseres Experiment erreicht werden.
- Lernziel kann durch gefahrloseres Experiment erreicht werden, das Experiment soll aber dennoch durchgeführt werden.
Begründung:

Welche Sicherheitsmaßnahmen werden durchgeführt?

- Bedienungsanleitung beachten
- Betriebsanweisung beachten. Insbesondere: Betriebsanweisung für das Arbeiten mit Luftpumpenglocken (Vakuumglocken).
- Schüler auf Gefahren hinweisen
- Weitere Maßnahmen:

Datum, Unterschrift