



Sichere Schule

Physik

Impressum



Herausgeber

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin

Tel.: +49 30 13001-0 (Zentrale)

Fax: +49 30 13001-9876

E-Mail: info@dguv.de; Internet: www.dguv.de

Verantwortlich für den Inhalt

Andreas Baader, DGUV

Redaktionsleitung und Ansprechpartner

Boris Fardel, Unfallkasse NRW (UK NRW)

Tel.: +49 211 2808-1200

Redaktion & Autorinnen und Autoren

Karl-Heinz Röniger, Silke Peters (GUV Hannover),
Boris Fardel (UK NRW), Thomas Gilbert
(UK Baden-Württemberg), Harald Klene (VG Plus),
Hans-Dieter Pahl (GUV Hannover), Carla Rodewald
(UK Berlin), Rüdiger Remus und Olaf Röpnack (UK Nord)

In Zusammenarbeit mit

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen

Moskauer Str. 18, 40227 Düsseldorf

Unfallkasse Baden-Württemberg

Augsburger Straße 700, 70329 Stuttgart

**Kommunale Unfallversicherung Bayern/Bayerische
Landesunfallkasse**

Ungererstraße 71, 80805 München

Unfallkasse Berlin

Culemeyerstraße 2, 12277 Berlin

Braunschweigischer Gemeinde-Unfallversicherungsverband

Berliner Platz 1 C, 38102 Braunschweig

Unfallkasse Bremen

Konsul-Smidt-Str. 76 a, 28217 Bremen

Unfallkasse Hessen

Leonardo-da-Vinci-Allee 20, 60486 Frankfurt am Main

Unfallkasse Nord

Seekoppelweg 5a, 24113 Kiel

Unfallkasse Mecklenburg-Vorpommern

Wismarsche Str. 199, 19053 Schwerin

**Gemeinde-Unfallversicherungsverband
Hannover/Landesunfallkasse Niedersachsen**

Am Mittelfelde 169, 30519 Hannover

Gemeinde-Unfallversicherungsverband Oldenburg

Gartenstraße 9, 26122 Oldenburg

Unfallkasse Rheinland-Pfalz

Orensteinstraße 10, 56626 Andernach

Unfallkasse Sachsen-Anhalt

Käpperstraße 31, 39261 Zerbst/Anhalt

Unfallkasse Sachsen

Rosa-Luxemburg-Straße 17, 01662 Meißen

Unfallkasse Brandenburg

Müllroser Chaussee 75, 15236 Frankfurt (Oder)

Unfallkasse Thüringen

Humboldtstraße 111, 99867 Gotha

Unfallkasse Saarland

Beethovenstr. 41, 66125 Saarbrücken-Dudweiler

Sachgebiete der DGUV

Allgemeinbildende Schulen

Gefahrstoffe

Laboratorien

Bildnachweis

Ausgabe Juli 2021
www.sichere-schule.de

Boris Fardel
rend Medien Service GmbH

Gestaltung, Umsetzung

rend Medien Service GmbH
www.rend.de

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis	3
Bauliche Anforderungen	4
Bauliche Anforderungen	4
Abstände und Verkehrswege	5
Akustik	7
Beleuchtung	8
Fußböden	9
Lüftung	10
Türen und Fluchtwege	11
Ausstattung und Geräte	12
Ausstattung und Geräte	12
Brandschutzeinrichtungen	13
Deckenversorgungssysteme	14
Elektrische Installation	15
Gasinstallation	17
Geräte	18
Hygienische Einrichtungen	19
Möbel	20
Notruf-Meldeeinrichtungen	21
Lagerschränke für Druckgasflaschen	22
Organisation und Verantwortung	24
Organisation und Verantwortung	24
Brandschutz	25
Erste Hilfe	26
Gefährdungsbeurteilung	27
Gefahrstoffverzeichnis	29
Prüfungen	30
Sicherheit in Fachräumen	31
Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler	32
Unterweisung	33
Verantwortlichkeiten	34
Praktisches Arbeiten	35
Praktisches Arbeiten	35
Arbeiten mit Gas	36
Elektrizitätslehre	37
Ionisierende Strahlung	39
Mechanik	41
Optik	42
Persönliche Schutzausrüstung	45
Verhaltensregeln	47
Datenverarbeitung	48

Bei der Planung, Einrichtung und Nutzung von Unterrichts- und Vorbereitungsräumen in der Physik sind besondere Anforderungen zu berücksichtigen. Dies gilt auch für die Gestaltung barrierefreier Arbeitsplätze. Bereits in der Phase der Entwurfsplanung sind die Aspekte der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes zu beachten.

Pädagogische Konzepte und Ansprüche der Schule als zukünftiger Nutzer sollten bereits in dieser Phase durch den **Schulträger** berücksichtigt werden. Dies gilt auch für die Beschaffung der **Ausstattung und der Geräte**. Das spart Zeit und Kosten.

Empfehlungen und Vorgaben zu den baulichen Anforderungen finden sich unter:

- **Abstände und Verkehrswege**
- **Akustik**
- **Beleuchtung**
- **Fußböden**
- **Lüftung**
- **Türen und Fluchtwege**



© Unfallkasse NRW | DGUV

Abstände und Verkehrswege

Die Arbeitsplätze sind übersichtlich und ohne gegenseitige Gefährdung zu gestalten. Hierbei sind Mindestabstände einzuhalten.

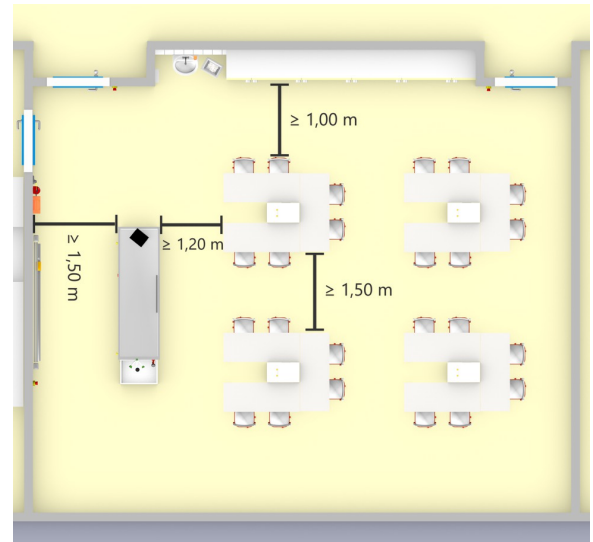
Abstand zwischen Lehrer- und Schülertisch

Der Abstand zwischen Lehrertisch und dem ersten Schülertisch soll mindestens 1,20 m betragen. Ein kleinerer Abstand kann toleriert werden, wenn eine Schutzscheibe bei Versuchen verwendet wird. Die Fluchtwegbreite von mindestens 1 m darf nicht unterschritten werden.

Zwischen Lehrertisch und Tafel wird ein Abstand von 1,50 m empfohlen.

Abstand zwischen Arbeitstischen

Der Abstand zwischen zwei hintereinanderstehenden Schülertischen soll mindestens 0,85 m betragen. Hierdurch werden gegenseitige Behinderungen der Schülerinnen und Schüler vermieden. Bei Arbeiten Rücken an Rücken ist ein Abstand von mindestens 1,50 m erforderlich.



© Unfallkasse NRW | DGUV

An Plätzen für Rollstuhlfahrerinnen und Rollstuhlfahrer soll der Abstand bei voll unterfahrbaren Unterrichtstischen 1,50 m betragen. Barrierefreie Wege zu den Arbeitsplätzen / Schülertischen müssen mindestens 1 m breit sein.

Gangbreite

Es ist ein zu den Schülertischen führender Längsgang als Flucht- und Rettungsweg mit mindestens 1 m Breite vorzusehen. Unter dem Aspekt einer sicheren und barrierefreien Gestaltung wird empfohlen, alle Längsgänge mit einer Breite von mindestens 1 m auszuführen.

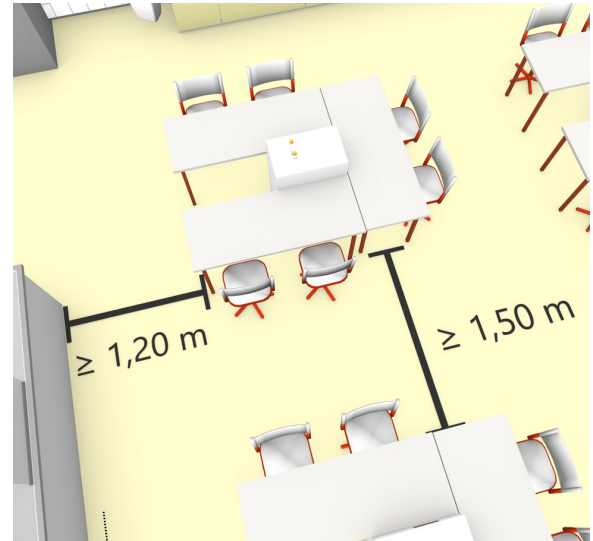
Transport- und Schülerwege

Die Wege in und zu den Unterrichts- und Nebenräumen müssen so angeordnet und bemessen sein, dass beim Transport von Geräten und Materialien keine Gefährdungen entstehen.

Die Transportwege sollten möglichst kurz sein und sich nicht mit Schülerwegen kreuzen. Treppen, Einzelstufen und Schwellen sind zu vermeiden.

Schülertische mit ansteigendem Gestühl (Stufenraum)

Im Stufenraum sind die Schülertische nah an der Vorderkante zu befestigen, damit vor dem Tisch keine begehbare Fläche verbleibt. Sollte der Abstand von Tisch zu Tisch weniger als 0,85 m betragen, dürfen auf diesen Tischen nur Experimente mit geringer Gefährdung durchgeführt werden.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Abstände und Verkehrswege

Mobile Experimentiereinrichtungen

Beim Einsatz von beweglichem Mobiliar, z. B. mobile Vorbereitungs- und Experimentiertische, sind die erforderlichen Abstände und die Flucht- und Rettungswege frei zu halten. Bei der Raumplanung ist der erforderliche Platzbedarf zu berücksichtigen. Geeignete Stellflächen sind zu kennzeichnen.

Ortsfeste Energieentnahmestellen

Arbeitstische und Energiezellen mit fest installierten Ver- und Entsorgungsleitungen müssen befestigt sein. Energieentnahmestellen sind so anzuordnen, dass sie gegen unbeabsichtigte mechanische Beschädigung geschützt sind.

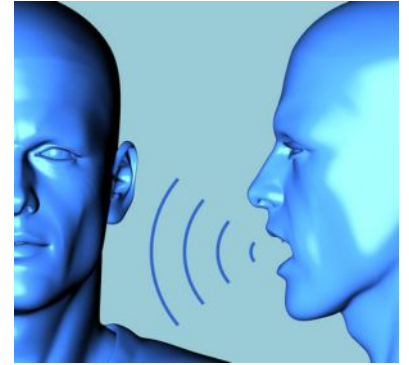
Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 25 Abs. 1 und 2
- Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen, DGUV Regel 113-018, Ziff. III - 4 Einrichtungen von Fachräumen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Gestaltung barrierefreier Produkte, DIN 124

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Mündlicher Unterricht gelingt nur, wenn Kinder und Jugendliche aufmerksam zuhören können. Deshalb sollte das gesprochene Wort im Raum klar und mühelos zu verstehen sein.

Bei der Planung von Physikräumen sind die Informationen zur [Akustik](#) aus dem Unterrichtsraum zu berücksichtigen.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Quellen

- Lärm in Bildungsstätten (INQA)
- Hörsamkeit in Räumen - Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung, DIN 18041
- Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen, DIN 4109-1
- Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude, DIN 18040-1

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Im Unterrichtsraum für Physik muss für eine ausreichende und blendfreie Beleuchtung von mindestens 500 Lux gesorgt werden. Bei der Auswahl und Anordnung der Leuchten ist darauf zu achten, dass diese vorgegebene Nennbeleuchtungsstärke in Arbeitshöhe erreicht wird.

Bewährt haben sich auch dimmbare Beleuchtungsanlagen in Kombination mit einer Verdunklungsmöglichkeit, um für Versuchsdurchführungen angepasste Lichtszenarien zu ermöglichen.

Lichtschalter für die Raumbelichtung müssen leicht zugänglich und in der Nähe der Zu- und Ausgänge angebracht sein. Weitere Beleuchtungselemente können auch von zentraler Stelle geschaltet werden.

Die Beleuchtung ist einer regelmäßigen Wartung und Reinigung zu unterziehen.

Bei der Auswahl der Leuchten und Lampen ist darauf zu achten, dass keine Verfälschung der Farben auftritt, insbesondere der Sicherheitsfarben. Blendungen sind zu verhindern oder zumindest gering zu halten.

Weitere Informationen zur [natürlichen und künstlichen Beleuchtung](#) sind im Unterrichtsraum zu finden.

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 12, Beleuchtung mit künstlichem Licht
- Beleuchtung, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.4
- Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.4/7
- Tageslicht in Innenräumen, DIN 5034
- Schulbau – Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen, DIN 58125, Abschn. 3.8
- Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen, DIN EN 12464-1



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Physikräume sind mit rutschhemmenden Bodenbelägen auszustatten, die wasserundurchlässig, fugendicht, gegenüber verwendeten aggressiven Stoffen beständig und leicht zu reinigen sind.

In der Regel reicht für Böden in naturwissenschaftlichen Fachräumen eine Rutschhemmung in der Bewertungsgruppe R9 aus. Die rutschhemmenden Eigenschaften des Bodenbelags sind auch bei einer Verschmutzung des Fußbodens mit Flüssigkeiten und anderen Stoffen sowie nach der Pflege und Reinigung des Bodens zu gewährleisten.

Damit auf den Fußboden gelangte Flüssigkeiten und Stoffe schnell erkennbar sind, sollte bei der Wahl der Bodenbeläge auf hochglänzende und stark gemusterte Oberflächen verzichtet werden.

Leitungen der Gas- und Elektroversorgung dürfen keine Stolperstellen bilden. Dies ermöglichen beispielsweise Deckenversorgungssysteme oder fest installierte Energiesäulen.



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 5
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 23
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.10, Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Fußböden, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A1.5

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

In Physikräumen können bei Versuchen Gase, Dämpfe, Rauche oder Stäube entstehen, die auch dann abgeführt werden sollten, wenn sie als ungefährlich gelten. Deshalb ist grundsätzlich eine ausreichende **Be- und Entlüftung des Raumes** vorzusehen. Informationen und Hinweise für eine lern- und gesundheitsförderliche Raumluftqualität und zum geeigneten Raumklima sind ebenfalls im **Unterrichtsraum** beschrieben.

Innen liegende Fachräume sind grundsätzlich mit einer raumlufttechnischen Anlage auszustatten, um eine ausreichend gute Raumluftqualität zu gewährleisten.

Insbesondere bei vollständig verdunkelten Räumen ohne technische Lüftung ist etwa alle fünfzehn bis zwanzig Minuten eine Lüftungspause vorzusehen.

Wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass eine Fensterlüftung nicht ausreichend ist, müssen gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe, die bei Experimenten entstehen, an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig erfasst und ohne Gefahr für Mensch und Umwelt abgeführt werden.

Bei der Planung und dem Einbau von Ablufttechnischen Anlagen sollten die Informationen zu **Abzügen** berücksichtigt werden.



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 26
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.2, Aufenthalt im Schulgebäude
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III - 1 Allgemeine Anforderungen an Fachräume
- AMEV, RLT-Anlagenbau 2018 (Hinweise zur Planung und Ausführung von Raumlufttechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude)
- Lüftung, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.6
- Raumlufttechnik - Laboratorien (VDI-Lüftungsregeln), VDI 2051
- Raumlufttechnik - Schulen - Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien), VDI 6040 Blatt 1
- Raumlufttechnik - Schulen - Ausführungshinweise (VDI-Lüftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien), VDI 6040 Blatt 2
- Raumlufttechnik – Teil 7: Raumlufttechnische Anlagen in Laboratorien, DIN 1946-7

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Türen und Fluchtwege

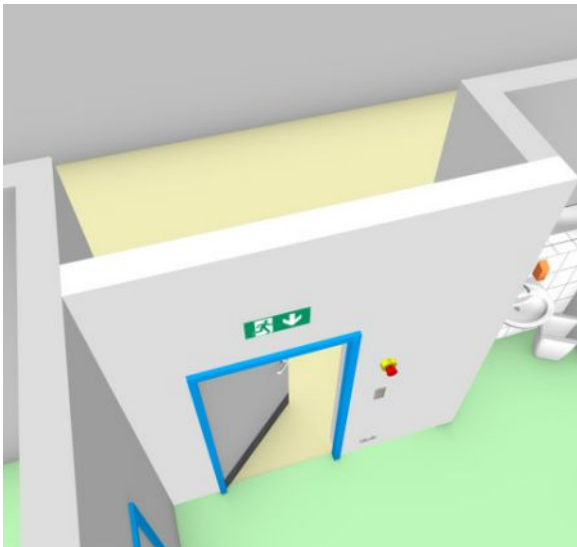
Naturwissenschaftliche Fachräume sind gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern. Dieses ist z. B. durch Türen mit feststehendem Außenknauf und Innenklinke erfüllt.

Fachräume mit erhöhter Brandgefahr müssen über zwei alternative Fluchtmöglichkeiten verfügen, die möglichst weit entfernt auseinanderliegen. Die Türen müssen sich jederzeit von innen ohne fremde Hilfsmittel öffnen lassen und in Fluchtrichtung aufschlagen.

Der zweite Fluchtweg darf über einen benachbarten Raum führen, z. B. Sammlungs- oder Unterrichtsraum, wenn von diesem Raum ein Rettungsweg unmittelbar erreichbar ist. Gefährdungen entlang des Fluchtweges im Sammlungsraum sind zu vermeiden, z. B. bruchsichere Verglasung an Vitrinenschränken.



© B. Fardel | Unfallkasse NRW



© Unfallkasse NRW | DGUV

Im Erdgeschoss ist im Ausnahmefall auch ein als Notausstieg gekennzeichnetes Fenster mit einer lichten Öffnung von mindestens 0,90 m x 1,20 m und einer Aufstiegshilfe zulässig, wobei die Brüstungshöhe max. 1,20 m betragen darf. Notausstiege sind nicht barrierefrei. Ein stufenloser Ausgang sollte einem Notausstiegsfenster vorgezogen werden.

Verkehrswege, Fluchtwege und Notausgänge müssen ständig freigehalten werden, damit sie jederzeit benutzt werden können. Vorhandene Sonnenschutz- oder Verdunklungseinrichtungen dürfen den Notausgang oder Notausstieg nicht versperren.

Flucht- und Rettungspläne sind auszuhängen.

Schülerinnen und Schüler dürfen durch nach außen aufschlagende Türflügel nicht gefährdet werden. Dies wird erreicht, wenn z. B. die Türen zurückversetzt in Nischen angeordnet sind. Eine nach außen aufschlagende Tür darf in der Endstellung maximal 20 cm in den Fluchtweg hineinragen. Die erforderliche **nutzbare Breite** der Flure darf durch offen stehende Türen nicht eingeengt werden.

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 21
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.10, Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV), § 4, Abs. 4
- Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A2.3
- Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.4/7
- Sicherheitskennzeichnung - Flucht- und Rettungspläne, DIN ISO 23601

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Ausstattung und Geräte

Die erforderliche Ausstattung und die notwendigen Geräte im Fachraum Physik müssen bereits bei der Planung des naturwissenschaftlichen Raumes berücksichtigt werden. Der **Schulträger** sollte bereits in dieser Phase die Schule als zukünftigen Nutzer einbinden, so werden die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer rechtzeitig berücksichtigt. Die Zusammenarbeit aller Beteiligten erleichtert eine reibungslose Übergabe und die zukünftige Nutzung der Räume.

Zahlreiche Ausstattungselemente müssen vor der ersten Inbetriebnahme und in regelmäßigen Zeiträumen sowie nach Änderungen auf ihren sicheren Zustand **geprüft** werden. Der Sachkostenträger muss hierfür befähigte Personen bzw. ausreichend qualifizierte Unternehmen beauftragen. Die Ergebnisse der Prüfungen sind zu dokumentieren und bei Übergabe des Objektes und in regelmäßigen Abständen auch der Schulleitung mitzuteilen.

Empfehlungen und Vorgaben zur Ausstattung und zu den Geräten finden sich unter:

- Brandschutzeinrichtungen
- Deckenversorgungssysteme
- Elektrische Installation
- Gasinstallation
- Geräte
- Hygienische Einrichtungen
- Möbel
- Notruf-Meldeinrichtungen
- Lagerschränke für Druckgasflaschen



© Unfallkasse NRW | DGUV

Brandschutzeinrichtungen

Zur Brandbekämpfung in naturwissenschaftlichen Räumen müssen geeignete Feuerlöscher vorhanden sein. Anzahl und Typ der Feuerlöscher sind mit der für den Brandschutz zuständigen Stelle, z. B. der Feuerwehr, auf Grundlage der Technischen Regeln für Arbeitsstätten „Maßnahmen gegen Brände“ festzulegen.

Feuerlöscher sind mindestens alle zwei Jahre durch befähigte Personen zu überprüfen.

Informationen zur Organisation des Brandschutzes und zum Umgang mit Feuerlöscheinrichtungen finden sich unter [Brandschutz](#).



© DGUV

Quellen

- Grundsätze der Prävention, DGUV Vorschrift 1, §§ 21 und 22
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 2, Allgemeine Verhaltensregeln
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Maßnahmen gegen Brände, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A2.2

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Deckenversorgungssysteme

Deckenversorgungssysteme bieten gegenüber der Bodenversorgung einige Vorteile, wie z. B. die flexible Nutzung des Raumes oder seine einfachere Reinigung. Die Medienversorgung von der Decke wird als starres oder absenkbares System angeboten. Für einen sicheren Betrieb sind folgende Hinweise zu beachten:

- Verkehrswege, insbesondere Flucht- und Rettungswege, müssen auch bei abgesenktem Zustand der Deckenversorgungssysteme jederzeit nutzbar sein. Die Durchgangshöhe muss mindestens 2 m betragen.
- Bei Nichtgebrauch bzw. nach den Versuchen sind die Versorgungsleitungen zu entfernen.
- Die Installationen müssen so erfolgen, dass Fangstellen und Quetschgefahren für die von oben kommenden Ver- und Entsorgungsleitungen vermieden werden. Um ein Verfangen und/oder eine Beschädigung, z. B. der Elektrokabel und Gaszufuhrschläuche, zu vermeiden, sollten die Versorgungsleitungen zum Arbeitstisch fixiert geführt werden.
- Sowohl **Gasversorgungsanlagen** als auch **elektrische Anlagen** müssen dem Stand der Technik entsprechen.
- Schläuche und Leitungen müssen ausreichend lang sein, damit sie nicht unbeabsichtigt herausgezogen werden.
- Die Versorgung mit Wasser über Deckensysteme ist nicht zu empfehlen.
- Die Geräte- und Produktsicherheit ist durch Kennzeichnungen, z. B. CE-, GS-Kennzeichen, sowie Prüfprotokolle oder Prüfzeugnisse der Bauartzulassungen nachzuweisen.



© B. Fardel | Unfallkasse NRW



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Ecken und Kanten der Medienversorgung sind bis zu einer Höhe von 2 m ab Oberkante Standfläche so auszubilden, dass Verletzungsgefahren für Schülerinnen und Schüler vermieden werden, z. B. mit gerundeten Kanten, Radius ≥ 2 mm.

Bei flexibler Nutzung der Tische wird empfohlen, die optimale Anordnung der Tische für Experimente am Boden zu markieren.

Beim Anschluss von Steckern mit integriertem Netzteil besteht die Gefahr, dass sich diese durch ihr Eigengewicht aus der Steckdose lösen und herunterfallen.

Deckensysteme sind so auszuwählen und zu installieren, dass eine gefahrlose Bedienung und Nutzung möglich ist. Für den Anschluss und den Betrieb von Ver- und Entsorgungsleitungen sind die Herstellerangaben zu berücksichtigen. Mit deren Hilfe sind Betriebsanweisungen für den Schulbetrieb zu erstellen.

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 11
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 22
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 5.2 Ortsfeste Gasverbrauchsanlagen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Schulbau – Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen, DIN 58125, Abschn. 3.11.3

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Elektrische Installation

Im Physikunterricht werden die Grundlagen der Elektrizität vermittelt. In diesem Zusammenhang ist das Experimentieren mit Strom und Spannung eine Voraussetzung für den Lernerfolg.

Zur Sicherheit der Schülerinnen und Schüler muss für sämtliche Stromkreise an den Experimentierständen eines Raumes ein zentraler Hauptschalter vorhanden sein. Der Schalter muss technisch gegen unbefugtes Einschalten gesichert sein, z. B. Schlüsselschalter. Die Stromkreise an Schüler-Experimentiereinrichtungen dürfen erst verwendet werden, nachdem die Lehrkraft die Energieentnahmestellen (Steckdosen) freigeschaltet hat.

Für die Sicherheit an Schüler-Experimentiertischen empfiehlt es sich, die Netzspannung (Steckdosen) getrennt von der Kleinspannung zuzuschalten.

Alle Steckdosenstromkreise an den Schüler- und Lehrerexperimentiertischen müssen zwingend durch Fehlerstrom-Schutzschalter (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA abgesichert sein.

Not-Aus-Taster sind an den Ausgängen und am Lehrerexperimentiertisch vorzusehen, die sämtliche Experimentierstromkreise spannungsfrei schalten können.



© B.Fardel | Unfallkasse NRW

für Schülerexperimente sind z. B. Schutzkleinspannungs-Transformatoren, Batterien, Solarzellen oder Kleinspannungsgeneratoren.

Sicherheitsexperimentierleitungen mit starrer Schutzabdeckung des Kontaktes sind Stand der Technik und daher als Experimentierkabel zu verwenden.



© B.Fardel | Unfallkasse NRW

In Unterrichtsräumen, in denen mit berührungsgefährlicher Spannung (größer 50 V AC/ 120 VDC) experimentiert wird, muss gewährleistet sein, dass bei Betätigung der Not-Aus-Einrichtungen sämtliche Stromkreise an den Experimentiereinrichtungen allpolig von der Stromversorgung getrennt werden. Steckdosen, für die das gilt, sind als Experimentiersteckdosen zu kennzeichnen.

Schülerinnen und Schüler dürfen nicht mit berührungsgefährlicher Spannung experimentieren. Ausnahmen sind nur oberhalb der Jahrgangsstufe 10 zulässig, wenn das Lernziel auf anderem Weg nicht erreicht werden kann.

Zur Durchführung von Schülerexperimenten mit Kleinspannung sind Spannungsquellen zur Erzeugung von Schutzkleinspannung oder Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung zu verwenden. Darauf ist bereits bei der Beschaffung zu achten. Geeignete Kleinspannungsquellen

Prüfungen

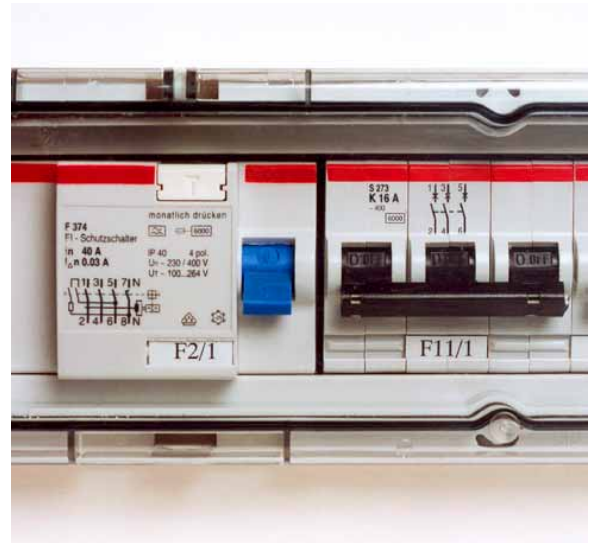
Vor jeder Benutzung von Betriebsmitteln muss eine Sichtprüfung durch die Lehrkraft erfolgen.

Alle ortsfesten elektrischen Anlagen wie z. B. Stromkreise, Anlagen der Sicherheitsbeleuchtung und Sicherheitsstromversorgung sowie Brandmelde- und Alarmierungsanlagen sind im Abstand von höchstens vier Jahren durch eine Elektrofachkraft zu überprüfen.

Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel sowie Anschlussleitungen mit ihren Steckvorrichtungen müssen regelmäßig durch eine Elektrofachkraft oder durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft geprüft werden. Die Fristen müssen gemeinsam durch die Schulleitung und den Schulträger festgelegt werden. Empfohlen wird eine Prüffrist von zwölf Monaten.

RCDs wie z. B. Fehlerstrom-Schutzschalter sind durch Auslösen der Prüftaste gemäß Herstellerangabe mindestens alle sechs Monate auf ihre einwandfreie Funktion zu prüfen. Eine Funktionsprüfung sollte auch mit den Not-Aus-Einrichtungen durchgeführt werden.

Weitere Informationen finden sich in der Schrift „[Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel](#)“.



© Unfallkasse NRW

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 22
- Sicher experimentieren mit elektrischer Energie in Schulen, DGUV Information 202-039
- Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel, DGUV Information 203-049
- Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und ortsfester Betriebsmittel, DGUV Information 203-072
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, I – 11.9 Prüfungen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I - 11 Tätigkeiten mit elektrischer Energie
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Zur Prüfung befähigte Personen, Technische Regel für Betriebssicherheit, TRBS 1203
- Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Teil 723: Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen, DIN-VDE 0100-723, Abschn. 4
- Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 112: Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen oder in dafür vorgesehenen Bereichen, DIN-VDE 0105-112
- Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, 3, § 3
- Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, 3, § 5

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Bestimmte Experimente, z.B. das Erhitzen von Wasser, erfordern den Einsatz von mit Gas betriebenen Brennern.

In der Schule finden sich drei Arten der Gasversorgung:

- Erdgasverbrauchsanlagen
- Flüssiggasanlagen
- Kartuschenbrenner

Fest installierte Gasverbrauchsanlagen sind Kartuschenbrennern aus Sicherheitsgründen vorzuziehen.

Bei Erdgas- und Flüssiggasverbrauchsanlagen können folgende Geräteanschlussarmaturen vorliegen:

- Sicherheits-Gasanschlussarmaturen
- Laborarmaturen mit fester Tülle
- Laborarmaturen mit Schnelkupplung und Stecktülle

Diese müssen den Normen der DIN 3383-4 und DIN 12918-2 entsprechen.

Bei der **Handhabung** der verschiedenen Geräteanschlussarmaturen sind unterschiedliche sicherheitsrelevante Vorgehensweisen durch die Nutzerinnen und Nutzer zu beachten.

Der Sachkostenträger hat der Schule eine Betriebsanweisung für die fest installierte Gasanlage zur Verfügung zu stellen, anhand derer die Lehrkräfte zu unterweisen sind.

Weitere Informationen zu den sicherheitstechnischen Mindestanforderungen von **Gasinstallation** finden sich im Fachraum Chemie.

Quellen

- Verwendung von Flüssiggas, DGUV Vorschrift 80
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 22
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 5.1 Ortsbewegliche Druckgasbehälter
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern, Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 510, Ziff. 11
- DVGW - Arbeitsblatt G 600, Technische Regel für Gasinstallationen - DVGW-TRGI
- Gasinstallationen in Laborräumen und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen – Planung, Erstellung, Änderung, Instandhaltung und Betrieb, DVGW G 621
- Anschluss von Gasgeräten - Teil 4: Gassteckdosen und Anschlussstücke für Laboratoriumsschläuche, DIN 3383-4
- Laboreinrichtungen - Laborarmaturen - Teil 2: Entnahmestellen für Brenngase, DIN 12918-2
- Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien, ohne Ummantelung und Armierung – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, DIN 30664-1
- Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 1: Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten, DIN EN 14470-1
- Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 2: Sicherheitsschränke für Druckgasflaschen, DIN EN 14470-2

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.



© Unfallkasse NRW

Im Unterrichts- und im Vorbereitungsraum dürfen nur Laborgeräte wie z. B. Spannungsquellen, Amperemeter, UV-Lampen verwendet werden, die im Fachhandel bezogen wurden. Hierdurch wird gewährleistet, dass sie für die vorgesehene Verwendung geeignet sind. Bei der Beschaffung ist auf entsprechende Prüfzeichen zu achten, wie z. B. CE-, GS- oder VDE-Zeichen.



© Unfallkasse NRW

© Unfallkasse NRW

© Unfallkasse NRW

© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Die Produktinformationen des Herstellers enthalten wesentliche Informationen zur sicheren Nutzung sowie zur Vermeidung von Sicherheits- und Gesundheitsrisiken. Deshalb sind sie bei der zu erstellenden anwendungsbezogenen Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Hierbei sind gemäß Betriebssicherheitsverordnung auch Art, Umfang und Fristen der regelmäßigen **Prüfungen** zu ermitteln.

Bedienungsanleitungen von Geräten und Arbeitsmitteln sind so aufzubewahren, dass sie jederzeit zugänglich sind.

Quecksilberhaltige Geräte (Thermometer, Barometer, Manometer, Kontaktschalter etc.) dürfen von Schülerinnen und Schülern nicht mehr verwendet werden. Auch Lehrkräfte dürfen keine quecksilberhaltigen Geräte mehr verwenden.

Für den Transport von Geräten sind geeignete **Hilfsmittel** zu verwenden, z. B. ein Transportwagen. Vor jeder Nutzung von Geräten hat eine Sichtprüfung (Kabel, Gehäuse und Stecker auf erkennbare Beschädigungen) durch die Lehrkraft zu erfolgen.

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 24
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, I – 11.9 Prüfungen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 1 Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), § 3 Abs. 6

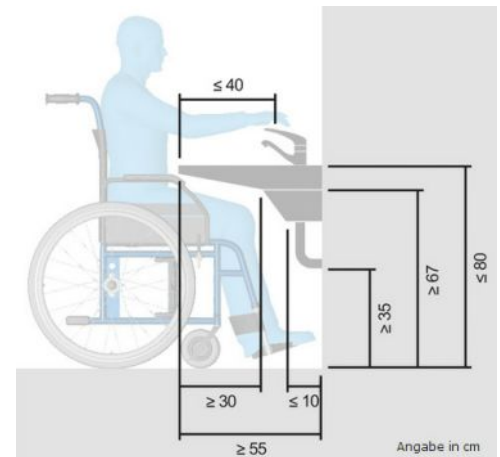
Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Hygienische Einrichtungen

Waschgelegenheiten sind Einrichtungen mit fließendem Wasser und einem geschlossenen Wasserabflusssystem, die es den Beschäftigten ermöglichen, sich den hygienischen Erfordernissen entsprechend zu reinigen.

Am Waschbecken sind Seifenspender und Einmalhandtücher anzubringen, Seifenstücke und Stoffhandtücher sind aus hygienischen Gründen nicht zulässig.

Bei Neu- und Umbaumaßnahmen sind die besonderen Anforderungen der **barrierefreien Gestaltung** zu berücksichtigen.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Quellen

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III - 1 Allgemeine Anforderungen an Fachräume
- Sanitärräume, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A4.1

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Anforderungen an Übungstische

Die Übungstische müssen aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch standhalten.

Wenn häufig Arbeiten durchgeführt werden sollen, bei denen mit dem Verschütten von Flüssigkeiten zu rechnen ist, müssen die Arbeitsflächen einen umlaufenden Randwulst haben und flüssigkeitsdicht sein.

Bei Demonstrationsversuchen mit Im- bzw. Explosionsgefahr oder der Möglichkeit des Verspritzens von gefährlichen Stoffen sind Schutzeinrichtungen, z. B. Schutzscheiben, zu verwenden.

Die Arbeitsflächen müssen sich leicht reinigen, erforderlichenfalls desinfizieren oder dekontaminieren lassen. Sind korrosionsbeständige Oberflächen erforderlich, müssen diese durch geeignete Oberflächenversiegelungen geschützt sein.

Anforderungen an Stühle

Die Stühle sollten höhenverstellbar, 5-strahlig, abwaschbar und leicht sein sowie eine Rückenlehne haben. Die Anforderungen an [Stühle](#) in der Schule finden sich im [Unterrichtsraum](#).



© Unfallkasse NRW



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Weitere Anforderungen

In Vorbereitungsräumen, die als zweiter Fluchtweg aus dem Lehr- oder Übungssaal dienen, müssen Glasflächen, z. B. an Vitrinen oder Schränken bis 2 m über Standfläche, in Sicherheitsglas oder Materialien mit mindestens gleichwertigen Sicherheitseigenschaften ausgeführt sein (z. B. Acrylglas).

Die Angaben der Hersteller zur Traglast der Regalböden sind zu beachten. Rollbare Möbel sollten in ihren Maßen zum Lehrer-Experimentiertisch passen und feststellbar sein. Für die Vorbereitung und Durchführung von Experimenten sollten ausreichende, geeignete fahrbare Tische vorhanden sein.

Beim Einsatz des beweglichen Mobiliars sind die erforderlichen Abstände und die Flucht- und Rettungswege frei zu halten. Bei der Raumplanung ist der erforderliche [Platzbedarf](#) zu berücksichtigen. Geeignete Stellflächen sind zu kennzeichnen.

Quellen

- Sicheres Arbeiten in Laboratorien, DGUV Information 213-850, Ziff. 6.4.1, Arbeitstische
- Schulen, DGUV Vorschrift 81
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.2, Aufenthalt im Schulgebäude
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.4.2, Unterrichtsräume gestalten
- Klasse(n) – Räume für Schulen, DGUV Information 202-090
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III - 1 Allgemeine Anforderungen an Fachräume
- Möbel – Stühle und Tische in Bildungseinrichtungen, DIN EN 1729
- Arbeitstische für Laboratorien – Maße, Sicherheitsanforderungen und Prüfverfahren, DIN EN 13150

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

In Schulen muss bei Unfällen jederzeit ein **Notruf** abgesetzt werden können.

Da naturwissenschaftliche Fachräume Bereiche mit erhöhten Gefährdungen sind, muss hier eine frei zugängliche Meldeeinrichtung für Notfälle vorhanden sein. Es besteht die Möglichkeit, einen Festnetzanschluss im Vorbereitungsraum zu installieren, welcher ohne Hilfsmittel aus dem Fachraum zu erreichen ist.

In unmittelbarer Nähe der Meldeeinrichtung müssen die Namen der Ersthelferinnen und Ersthelfer und der Orte, an denen sie üblicherweise zu erreichen sind, sowie die Rufnummern der Rettungsleitstelle, der nächstgelegenen Ärztinnen und Ärzte, der Durchgangsrätin bzw. des Durchgangsarztes, des Krankenhauses, der Giftnotrufzentrale und der Toxizentrale verfügbar sein.

Ein Festnetzanschluss ist unbedingt zu bevorzugen, da er nicht abhängig von der Verfügbarkeit eines Mobilfunknetzes und der Akkukapazität eines Handys ist.

Ein Notruf nach außen muss auch jederzeit möglich sein und darf nicht auf die Weiterleitung durch z. B. das Sekretariat angewiesen sein.

Wenn ein Mobiltelefon als Meldeeinrichtung fungieren soll, sind die folgenden zusätzlichen Anforderungen einzuhalten:

- Das Mobiltelefon ist ausschließlich für diesen Zweck vorzuhalten (kein Privathandy).
- Das Mobiltelefon ist an einem festgelegten Ort ständig funktionsbereit vorzuhalten.

In der Nähe des Telefons sind ein Notrufverzeichnis sowie der Aushang „Verhalten bei Unfällen“ anzubringen.

Quellen

- Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen, DGUV Regel 113-018, Ziff. I - 1, Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 2.2, Was für die Branche gilt
- Erste Hilfe in Schulen, DGUV Information 202-059, Ziff. 2, Sachliche Voraussetzungen
- Erste Hilfe (Plakat, DIN A2), DGUV Information 204-001
- Notruf-Nummern-Verzeichnis, DGUV Information 204-033
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III - 1 Allgemeine Anforderungen an Fachräume

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Das Plakat ist ein Formular zur Dokumentation von Unfällen und Notrufen. Es ist in drei Hauptbereiche unterteilt: 'Unfall melden', 'Erste Hilfe' und 'Weitere Maßnahmen'. Jeder Bereich enthält spezifische Fragen und Eingabefelder für Namen, Rufnummern und andere relevante Informationen. Am unteren Rand befindet sich das Logo der DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) und die Angabe der Ausgabezeitpunkte (September 2010).

© Unfallkasse NRW | DGUV

Lagerschränke für Druckgasflaschen

Zur **sicheren Lagerung** der in Schulen vorhandenen und verwendeten Gefahrstoffe sind Lagerschränke erforderlich, die entsprechend der **Gefährdungsbeurteilung** und auf Grundlage der im **Gefahrstoffverzeichnis** vorhandenen Stoffe und Mengen auszuwählen sind.

Werden in den Räumlichkeiten der Physik neben den zurzeit genutzten Druckgasflaschen weitere Druckgasflaschen in Reserve gehalten, so sind diese in entsprechenden **Sicherheitsschränken** für Druckgasflaschen unterzubringen, die mindestens einen zehnfachen Luftwechsel pro Stunde aufweisen.

Räume, in denen Druckgasflaschen aufbewahrt werden, sind außen mit dem Warnzeichen W029 „Warnung vor Gasflaschen“ zu kennzeichnen.

Weitere Informationen finden sich im Bereich Chemie unter dem Menüpunkt **Lagerung von Gefahrstoffen**.



© DGUV

Allgemeine Lagerungshinweise

Gefahrstoffe dürfen nur an dafür geeigneten Orten gelagert werden. Sie dürfen nicht an solchen Orten gelagert werden, an denen dies zu einer Gefährdung der Beschäftigten oder anderer Personen, z. B. Wartungs- und Reinigungspersonal, führt. Deshalb sind diese Räume gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern. Dieses ist z. B. durch **Türen** mit feststehendem Außenknopf und Innenklinke erfüllt.

Gefahrstoffe dürfen nicht in solchen Behältnissen aufbewahrt oder gelagert werden, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann.

Behälter mit Gefahrstoffen sind stets geschlossen zu halten und nur zur Entnahme zu öffnen. Staubende Gefahrstoffe sind in geschlossenen Behältern aufzubewahren und zu lagern.

Stoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauche abgeben, sind in Schränken oder Räumen aufzubewahren, die wirksam nach außen entlüftet werden.

Gefahrstoffe dürfen nicht im **Abzug** gelagert werden. Abzüge dienen der sicheren Durchführung von Experimenten. Durch den Versuch nicht erforderliche Gegenstände im Abzug ist die optimale Absaugung gefährlicher Stoffe nicht mehr gewährleistet.

Explosionsgefährliche Stoffe dürfen nicht mit anderen Gefahrstoffen zusammen gelagert werden.

Radioaktive Stoffe unterliegen der Strahlenschutzverordnung und dürfen nicht mit Gefahrstoffen zusammen gelagert werden.

In Lagerräumen für Gefahrstoffe (auch im Vorbereitungsraum) dürfen keine unnötigen Brandlasten wie z. B. Kartonagen, Holzwolle und Papierstapel aufbewahrt werden. Wählen Sie über die Navigation auf der linken Bildseite das zugehörige Lagerfach und folgen Sie den Lagerhinweisen.

Behältnisse mit Gefahrstoffen dürfen in Regalen, Schränken und anderen Einrichtungen nur bis zu einer solchen Höhe aufbewahrt werden, dass sie noch sicher entnommen und abgestellt werden können.

Im Allgemeinen können Behältnisse, die nur mit beiden Händen getragen werden können, über Griffhöhe (ca. 175 cm) nicht sicher abgestellt und entnommen werden.

Ätzende Gefahrstoffe dürfen nicht über Augenhöhe aufbewahrt werden.

Akut toxische Stoffe der Kategorie 1 bis 3 (H300, H301, H310, H311, H330 oder H331) sowie karzinogene, keimzellmutagene und reproduktionstoxische der Kategorie 1A und 1B (H350, H340, 360D oder 360F) sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur fachkundige Personen Zugang zu diesen Gefahrstoffen haben. Gleiches gilt für explosive Stoffe und Gemische.

Die oben genannten Forderungen sind erfüllt, wenn diese Stoffe oder Gemische in einem Schrank oder in Räumen unter Verschluss aufbewahrt oder gelagert werden.

Sofern die entsprechenden Räume durch andere Personen wie z. B. durch Hausmeisterinnen und Hausmeister, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal betreten werden müssen, ist die Aufsicht durch eine Fachkundige oder einen Fachkundigen sicherzustellen.

Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.10, Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.12 Kennzeichnung, Aufbewahrung und Lagerung

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Organisation und Verantwortung

Der Sachkostenträger und die Schulleitung als Vertretung des Schulhoheitsträgers sind in ihren jeweiligen Zuständigkeiten verantwortlich für die Sicherheit, den Gesundheitsschutz sowie die Prävention von Unfällen. Sie arbeiten eng zusammen, um die Schutzziele zu erreichen. Sie müssen insbesondere in den folgenden Bereichen zahlreiche Anforderungen, die sich aus unterschiedlichen Rechtsvorschriften, Normen und Regelwerken ableiten lassen, berücksichtigen. Im Rahmen ihrer Unternehmerverantwortung und Fürsorgepflicht haben sie grundsätzlich für eine funktionierende wirksame Organisation und für die Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung zu sorgen.

Erforderlich ist es hierfür, dass Verantwortliche beider Verantwortungsbereiche zusammenarbeiten, denn eine strikte Trennung von äußerem und innerem Schulbereich ist in der Praxis kaum möglich.

Weitere Informationen zu den einzelnen Pflichten finden Sie im Menüpunkt [Verantwortlichkeiten](#).

Zu den wesentlichen Pflichten und Aufgaben gehören u. a.:

- Durchführung von Maßnahmen zum [Brandschutz](#)
- Durchführung von Maßnahmen zur [Ersten Hilfe](#)
- Erstellung einer [Gefährdungsbeurteilung](#)
- Erstellung von [Gefahrstoffverzeichnissen](#)
- Durchführung von [Prüfungen](#)
- Durchführung von Maßnahmen zur [Sicherheit in Fachräumen](#)
- Wahrnehmung und Durchführung der [Strahlenschutzorganisation](#)
- [Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler](#) aussprechen
- Durchführung von [Unterweisungen](#)



© Unfallkasse NRW | DGUV

Brandschutz

Der Sachkostenträger hat bereits bei der Planung Aspekte des Brandschutzes zu berücksichtigen. Er erstellt einen Lageplan, z. B. für entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten, Druckgasflaschen, einen Flucht- und Rettungsplan sowie einen Feuerwehrplan für bauliche Anlagen, in denen eingezeichnet wird: Räume mit gefährlichen Stoffen, entzündbaren Flüssigkeiten, radioaktiven Stoffen, Druckgase. Die Zusammenarbeit mit der für den vorbeugenden Brandschutz zuständigen Behörde ist erforderlich.

Bei Leichtmetallbränden sollen Löschsand oder Metallbrandlöscher eingesetzt werden. Zudem ist die Blendwirkung zu beachten.

Der Umgang mit **Brandschutzeinrichtungen** zur Bekämpfung von Entstehungsbränden ist den Lehrkräften durch Unterweisung und Übung vertraut zu machen und regelmäßig zu wiederholen.

Weitere Informationen zu geeigneten **Feuerlöschern** und zum **Brandschutz** finden Sie im Eingangsbereich der sicheren Schule.



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

Quellen

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 2, Allgemeine Verhaltensregeln
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Maßnahmen gegen Brände, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A2.2

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Erste Hilfe

Im Physikunterricht können Schülerinnen und Schüler besonderen Gefährdungen ausgesetzt sein. Insbesondere können Schnittverletzungen durch Glasbruch, Verbrennungen durch heiße oder kalte Medien sowie durch elektrische Energie hervorgerufen werden.

Die Schulleitung sorgt gemeinsam mit dem Sachkostenträger für eine wirksame [Erste Hilfe](#). In naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen müssen Verbandkästen nach DIN 13157 Teil C vorhanden sein.

Physik-Fachlehrerinnen und -Fachlehrer sollen als Ersthelferinnen bzw. Ersthelfer aus- und fortgebildet sein.

Hinweise zur Personenbrandbekämpfung finden sich unter [Brandschutz](#).

Für Verletzungen des Auges, z. B. Verätzungen, müssen Augenspülvorrichtungen vorhanden und schnell erreichbar sein. Hinweise finden sich unter [Augennotduschen](#).

Bei den [Informationszentren für Vergiftungen](#) finden Sie rund um die Uhr telefonische Hilfe.

Hinweise zu Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Unfällen finden sich in der Schrift "[Erste Hilfe in Schulen](#)" und in der [RISU-KMK-Richtlinie](#).



© Unfallkasse NRW

Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 2.1, Was für alle gilt
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 2.2, Was für die Branche gilt
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.12, Umgang mit Unfällen und Notfällen
- Erste Hilfe in Schulen, DGUV Information 202-059
- Handbuch zur Ersten Hilfe, DGUV Information 204-007
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil II - 3.14 Erste Hilfe

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Die Gefährdungsbeurteilung ist eine Methode zur systematischen Ermittlung und Bewertung aller Gefährdungen, denen Schülerinnen und Schüler sowie Beschäftigte an Schulen im Zuge ihrer Tätigkeit ausgesetzt sind. Das Ziel einer Gefährdungsbeurteilung besteht darin, Gefährdungen bei der Arbeit zu beschreiben und diesen präventiv, d. h. noch bevor Gesundheitsschäden oder Unfälle auftreten, mit geeigneten Maßnahmen entgegenzuwirken.

Die Ursachen von Gefährdungen können sowohl im baulichen und einrichtungstechnischen Bereich (äußerer Schulbereich) als auch bei der Vorbereitung und Durchführung des Physikunterrichts (innerer Schulbereich) liegen. Sowohl der Schulträger für den äußeren Schulbereich als auch die Schulleitung für den inneren Schulbereich müssen im Rahmen ihrer Verantwortung Gefährdungsbeurteilungen durchführen, dokumentieren und auf Wirksamkeit prüfen.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Schulträger - äußerer Schulbereich

Im äußeren Schulbereich hat der Schulträger die staatlichen Arbeits- und Gesundheitsschutzvorschriften sowie die Regelungen der Unfallversicherungsträger zu beachten.

Entsprechend den **bauliche Anforderungen** an Unterrichts- und **Vorbereitungsräume** sowie den Anforderungen an **Ausstattung und Geräte** hat der Schulträger die Voraussetzungen für einen sicheren Physikunterricht zu schaffen. Folglich muss er in regelmäßigen Abständen prüfen, ob eine Abwehr von Gefahren erforderlich ist.

Bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung kann der Träger die Unterstützung der Fachkraft für Arbeitssicherheit und der Betriebsärztin oder des Betriebsarztes in Anspruch nehmen.

Schulleitung, Fachkundige/Fachkundiger, Lehrkraft - innerer Schulbereich

Die Schulleiterin bzw. der Schulleiter ist verantwortlich, dass im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichtes Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt werden. Für die Umsetzung einer Gefährdungsbeurteilung können die Stabsstellen zur Sicherheitsorganisation in Anspruch genommen werden. Für Schulleiterinnen und Schulleiter besteht die Möglichkeit, bestimmte Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, auf Lehrkräfte schriftlich zu übertragen, die in dem zu übertragenden Bereich fachkundig sind und eigenverantwortlich tätig werden. Die Aufgabenübertragung entbindet Schulleiterinnen und Schulleiter jedoch nicht von ihrer Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt sind. Diese Aufgaben können z. B. an die Fachleitung übertragen werden. Hier sind insbesondere das **praktische Arbeiten** und die Vorbereitung und Durchführung von Experimenten relevant. Der Reifegrad und der Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler sind zu berücksichtigen.

Eine Gefährdungsbeurteilung wird in mehreren Schritten durchgeführt. Schutzmaßnahmen sind entsprechend dem **STOP-Prinzip** festzulegen. Beim STOP-Prinzip stehen die Buchstaben für die Rangfolge von Schutzmaßnahmen.

- S – Substituieren von Gefahrenquellen
- T – Technische Maßnahmen
- O – Organisatorische Maßnahmen
- P – Personenbezogene Maßnahmen

Substitution

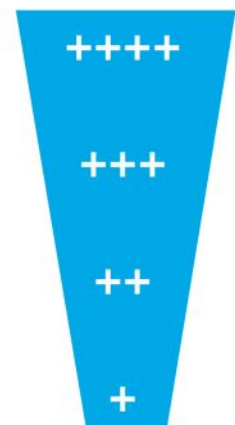
Beispiel: Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist immer zu prüfen, ob ein Experiment nicht auf weniger gefährliche Weise durchgeführt werden kann. Beispielsweise dürfen Experimente nicht mit berührungsgefährlichen Spannungen durchgeführt werden, sondern es muss Schutzkleinspannung eingesetzt werden.

Hierarchie der Schutzmaßnahmen: STOP

Schutzmaßnahme

- S** Substituieren von Gefahrenquellen
- T** Technische Maßnahmen
- O** Organisatorischen Maßnahmen
- P** Personenbezogene Maßnahmen

Schutzniveau



© Unfallkasse NRW | DGUV

Technische Maßnahme

Beispiel: Es werden Sicherheits-Experimentierkabel bei Versuchen mit elektrischer Energie verwendet, Kabel mit spannungsführenden Kontakten werden vermieden.

Organisatorische Maßnahmen

Beispiel: Versuchsdurchführung in kleineren Gruppen

Personenbezogene Maßnahmen

Beispiel: [Schutzbrille](#), [Schutzhandschuhe](#)

Wichtig ist, dass entdeckte Gefährdungen beseitigt oder gemindert werden, bis sie als unerheblich bezeichnet werden können.

Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung können sich z. B. folgende Maßnahmen ergeben:

- Festlegung von Prüffristen
- Inhalte für Unterweisungen
- Beachtung von Tätigkeitsbeschränkungen für die unterschiedlichen Nutzergruppen
- Erstellung bzw. Ergänzungen der Fachraum- und Sammlungsraumordnung
- Verfahren und Prozesse zwischen Schule und Träger festlegen, z. B. Meldeverfahren für Mängel und Entsorgung, Reparaturen und Anschaffungen
- Erstellung bzw. Ergänzungen von Betriebsanweisungen
- Anpassung von Instandhaltungsplänen
- Ergreifen von personenbezogenen Schutzmaßnahmen, z. B. Verwenden von Schutzbrillen

Es hat sich bewährt, allgemeingültige Verhaltensregeln und Maßnahmen in einer sog. Fachraumordnung zu dokumentieren. Wenn dort alle im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen enthalten sind, kann diese Fachraumordnung als allgemeine Betriebsanweisung dienen.

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.16 Betriebsanweisung, Unterweisung und Unterrichtung
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.2.2 bis 3.2.4 Gefährdungsbeurteilung
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 2.4 Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung
- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), § 6
- Gefährdungsbeurteilung, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR V3

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Gefahrstoffverzeichnis

Die Schulleitung hat dafür zu sorgen, dass ein Verzeichnis aller verwendeten Gefahrstoffe geführt wird. Das Verzeichnis muss jederzeit eingesehen werden können und muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes
- Einstufung des Gefahrstoffes
- Mengenbereich des Gefahrstoffes (Gebindegröße)
- Bezeichnung der Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte dem Gefahrstoff ausgesetzt sein können

Die Angaben können in Dateiform gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und einmal jährlich zu überprüfen.

Die Gefahrstoffvorräte sind auf ordnungsgemäße Kennzeichnung und einwandfreien Zustand regelmäßig, mindestens aber einmal im Jahr zu überprüfen. Bei fehlender oder unzureichender Kennzeichnung sind die Behältnisse entsprechend nachzukennzeichnen. Nicht mehr identifizierbare oder entbehrliche Stoffe sind ordnungsgemäß und sachgerecht zu [entsorgen](#).



© Unfallkasse NRW | DGUV

Weitere Informationen zum [Gefahrstoffverzeichnis](#) finden sich im Bereich der Chemie.

Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.10, Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen
- Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen, DGUV Regel 113-018, Abschnitt I 3.2.3
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.2.2 bis 3.2.4 Gefährdungsbeurteilung
- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), § 6 Abs. 12
- Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 400

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Prüfungen

In den Physikfächräumen sind unter anderem folgende Einrichtungen regelmäßig zu überprüfen:

- Arbeitsmittel wie Geräte, Werkzeuge und Maschinen
- Ortsfeste elektrische Einrichtungen sowie ortsveränderliche **elektrische Betriebsmittel**
- Lüftungsanlagen
- **Gasversorgungsanlagen**
- **Sicherheitsschränke** zur Lagerung von Gefahrstoffen oder Druckgasflaschen
- **Tafeln**
- **Feuerlöscher**
- Not-Aus-Einrichtungen
- **Fehlerstromschutzschalter** (FI bzw. RCD)

Regelmäßige Prüfungen der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel, der Lüftungs- und Gasversorgungsanlagen sowie der Sicherheitsschränke sind grundsätzlich vom Sachkostenträger zu veranlassen. Die Prüffristen sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu bestimmen. Die Vorgaben des Herstellers sind zu berücksichtigen. Hinweise auf Prüffristen befinden sich in der **RISU-KMK**. Empfehlenswert ist ein Prüfsiegel mit dem Datum der nächsten Prüfung auf dem geprüften Gerät.

Die Schulleitung ist über erfolgte Prüfungen und deren Ergebnisse zu informieren. Die Schulleitung muss involviert sein, wenn sich schulfremde Personen in den Fachräumen aufhalten. Eine Abstimmung ist notwendig, wenn Prüfungen oder Wartungen in den Ferien stattfinden sollen.

Unabhängig davon ist jede Lehrkraft verpflichtet, Arbeitsmittel vor jeder Benutzung auf sichtbare Mängel zu prüfen. Zudem sollten regelmäßige Funktionsprüfungen der Fehlerstrom-Schutzschalter sowie Not-Aus-Taster in den Physikfächräumen von Lehrkräften durchgeführt werden.

Quellen

- Grundsätze der Prävention, DGUV Vorschrift 1
- Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, DGUV Vorschrift 4
- Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und ortsfester Betriebsmittel, DGUV Information 203-072
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, I – 11.9 Prüfungen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 11 Tätigkeiten mit elektrischer Energie
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 5.2 Ortsfeste Gasverbrauchsanlagen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 6.7 Prüfungen elektrischer Einrichtungen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 8 Prüfungen

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Sicherheit in Fachräumen

In Lehr- und Vorbereitungsräumen der Physik dürfen sich Schülerinnen und Schüler aufgrund besonderer Gefährdungen nicht unbeaufsichtigt aufhalten. Dies wird durch eine gute Unterrichtsorganisation und die Einhaltung von **baulichen Anforderungen**, z. B. Türen mit feststehendem **Außenknopf und Innenklinke**, erfüllt.

Zu einer guten Organisation gehören Informationen, Schulungen und Unterweisungen für Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und Beschäftigte, wie z. B. Reinigungskräfte.

In Fachräumen müssen:

- durch fachkundige Personen erstellte **Gefährdungsbeurteilungen** vorhanden sein
- Betriebsanweisungen erstellt werden, z. B. allgemeine Labor- bzw. Fachraumordnung, Musterbetriebsanweisung, Versuchsanleitungen für Schülerinnen und Schüler
- Hinweise zur **Ersten Hilfe** und zum **Brandschutz** sichtbar vorhanden sein
- Piktogramme angebracht werden, sofern im Raum Tätigkeiten ausgeführt werden, bei denen z. B. das Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung erforderlich ist
- fehlende Sicherheitseinrichtungen und Schäden an Bau und Ausstattung der Schulleitung gemeldet werden
- beschädigte Geräte als defekt gekennzeichnet und der weiteren Verwendung entzogen werden



© Unfallkasse NRW | DGUV

Eine Nutzung der Unterrichtsräume durch fachfremde Lehrkräfte ist nur möglich, wenn

- Schülerinnen und Schüler ständig beaufsichtigt werden,
- die Geräte und Medien sicher verwahrt (abgeschlossen) sind,
- sich keine Gefahrstoffe zugänglich im Raum befinden und
- der Zugang vom Fachraum zur Vorbereitung verschlossen ist.

Quellen

- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 21
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 22
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 23
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 24
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 25
- Schulen, DGUV Vorschrift 81, § 26
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 1 Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Anhang „Strahlenschutz“ - 9.4, Strahlenschutzorganisation in der Schule
- Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung, Technische Regel für Arbeitsstätten, ASR A1.3
- Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A2.3
- Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen, DIN 14095
- Sicherheitskennzeichnung - Flucht- und Rettungspläne, DIN ISO 23601

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler

Beim Durchführen von physikalischen Experimenten sind z. B. folgende Tätigkeitsbeschränkungen zu berücksichtigen:

- Arbeitsmittel mit Quecksilber, wie z. B. Thermometer, Manometer, dürfen in der Schule nicht verwendet werden.
- Schülerinnen und Schüler dürfen nicht mit explosionsgefährlichen Stoffen umgehen.
- Schülerinnen und Schüler dürfen nicht mit berührungsgefährlicher Spannung experimentieren. Ausnahmen sind nur oberhalb der Jahrgangsstufe 10 zulässig, wenn das Lernziel auf anderem Weg nicht erreicht werden kann.
- Schwangere und stillende Schülerinnen dürfen keinen physikalischen Einwirkungen in einem Maß ausgesetzt werden, dass diese für sie selbst oder ihr Kind eine unverantwortbare Gefährdung darstellt.
- Sobald die Schulleitung Kenntnis von einer Schwangeren hat, sind die Unterrichtsbedingungen so zu gestalten, dass eine Strahlenexposition ausgeschlossen ist.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Quellen

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.7 Besondere Vorschriften für schwangere oder stillende Lehrerinnen oder Schülerinnen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 8 Umgang mit radioaktiven Stoffen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 11.5 Tätigkeitsbeschränkungen bei Schülerexperimenten
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 4.3.2 Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler
- Mutterschutzgesetz (MuSchG)
- Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz - JArbSchG)

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Unterweisung

Der Schwerpunkt einer Unterweisung liegt auf der Vermittlung erforderlicher Regeln, Verhaltensweisen und der Entwicklung des gebotenen Verantwortungsbewusstseins. Die Unterweisung ist ein methodisches Mittel, um notwendige Fertigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen zur Erfüllung einer sicheren Arbeitsaufgabe zu erlangen. In den Naturwissenschaften hat sie aufgrund des Gefährdungspotenzials einen besonderen Stellenwert.

Lehrkräfte

Die Unterweisung der Lehrkräfte muss mindestens jährlich durchgeführt werden. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Sinnvoll ist hier die Durchführung einer jährlichen Fachkonferenz, in der u.

a. die sicherheitstechnisch relevanten Themen mit Fach- und Sammlungsleitung besprochen werden können.

Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler sind Informationen und Kenntnisse zum sicheren Verhalten im Physikraum zu vermitteln. Dies gilt sowohl für die Nutzung der Einrichtung als auch für den Umgang mit den bei physikalischen Experimenten genutzten Geräten.

Schülerinnen und Schüler sind von der zuständigen Lehrkraft halbjährlich auf Grundlage der Fachraumordnung, die auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung erstellt und aktuell gehalten wird, zu unterweisen. Dies erfolgt am besten jeweils zu Beginn des Schulhalbjahres und zusätzlich vor der Benutzung eines Geräts. Die Unterweisung ist zu dokumentieren, z. B. im Klassenbuch oder Kursheft.

Wichtig ist, dass die Unterwiesenen den Inhalt verstehen können. Zudem hat sich die unterweisende Person zu vergewissern, dass die von ihr vermittelten Inhalte von den Schülerinnen und Schülern verstanden wurden. Die Übersetzung in andere Sprachen oder das Arbeiten mit Bildern können hierbei hilfreich sein.

Darüber hinaus müssen die Lehrkräfte den Schülerinnen und Schülern vor jeder Versuchsdurchführung gezielte Anweisungen (Betriebsanweisungen) zu den eingesetzten Geräten, Gefahrstoffen und der sicheren Versuchsdurchführung geben. Diese Betriebsanweisungen können in Form von Versuchs- oder Betriebsanleitungen vermittelt werden.

Allgemeine Verhaltensregeln:

- Schülerinnen und Schüler dürfen Physikräume nicht ohne Aufsicht der Fachlehrerin oder des Fachlehrers betreten. Sie dürfen sich grundsätzlich nicht allein darin aufhalten.
- Lehrerinnen und Lehrer dürfen während des Unterrichts den Fachraum grundsätzlich nicht verlassen. Muss eine Lehrkraft aus zwingenden Gründen dennoch kurzzeitig den Raum verlassen, sind die zur Unfallverhütung erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen.
- Mäntel, Jacken und Taschen sollten möglichst außerhalb der Fachräume aufbewahrt werden. Sie sollten keinesfalls auf Arbeitstischen, Stühle und in Verkehrswegen abgelegt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler sind zu informieren über:
 - Lage und Bedienung der elektrischen Not-Aus-Schalter und des zentralen Gas-Hauptahnes
 - Erste-Hilfe-Material und Meldeeinrichtungen
 - Vorhandene Löscheinrichtungen (Feuerlöscher, Löschsand)
 - Fluchtwege bzw. einen bestehenden Rettungsplan
- Schülerinnen und Schüler dürfen ohne besonderen Auftrag durch Lehrkräfte keine Geräte, Maschinen oder Chemikalien verwenden.

Weitere Beschäftigte/Fremdfirmen

Beschäftigte, wie Hausmeisterin oder Hausmeister und Reinigungskräfte, die Zugang zu den Fachräumen haben, müssen entsprechend den vorhandenen Gefährdungen unterwiesen werden. Dies betrifft ebenfalls Beschäftigte von Fremdfirmen. Wegen des erhöhten Gefährdungspotenzials sollten schulfremde Personen die Fachräume nur in Begleitung einer eingewiesenen Person betreten dürfen. Eine gesonderte Unterweisung wird notwendig, wenn sich aus der Tätigkeit der Fremdfirma zusätzliche Gefährdungen ergeben können.

Quellen

- Grundsätze der Prävention, DGUV Vorschrift 1, § 4
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.10, Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.16 Betriebsanweisung, Unterweisung und Unterrichtung
- Gefährdungsbeurteilung, Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR V3



© Unfallkasse NRW | DGUV



Unterweisung

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Die Schulleitung ist im inneren Schulbereich verantwortlich dafür, dass:

- **Gefährdungsbeurteilungen** durchgeführt und dokumentiert werden
- erforderliche Schutz- und Hygienemaßnahmen festgelegt und durchgeführt werden
- ein **Verzeichnis** aller Gefahrstoffe erstellt und gepflegt wird
- Betriebsanweisungen erstellt werden
- **Unterweisungen** von Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften und sonstigen Beschäftigten, z. B. Reinigungspersonal, Hausmeisterin, Hausmeister, sonstiges Lehrpersonal, erfolgen

Für die Schulleitung besteht die Möglichkeit, bestimmte Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, auf Lehrkräfte schriftlich zu übertragen, die in dem zu übertragenden Bereich fachkundig sind und eigenverantwortlich tätig werden, z. B.

Strahlenschutzbeauftragte. Die Aufgabenübertragung entbindet Schulleiterinnen und Schulleiter jedoch nicht von ihrer Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt sind. Die RISU-KMK enthält ein **Muster** zur Übertragung von Schulleitertätigkeiten.

Für Tätigkeiten bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des eigenen Unterrichts, einschließlich der Gefährdungsbeurteilung zu Versuchen und Experimenten, ist die Lehrkraft verantwortlich.

Der Sachkostenträger trägt grundsätzlich die Verantwortung für Bau und Ausstattung der Schule sowie Beschaffung und Entsorgung mit bzw. von Verbrauchsmaterialien.

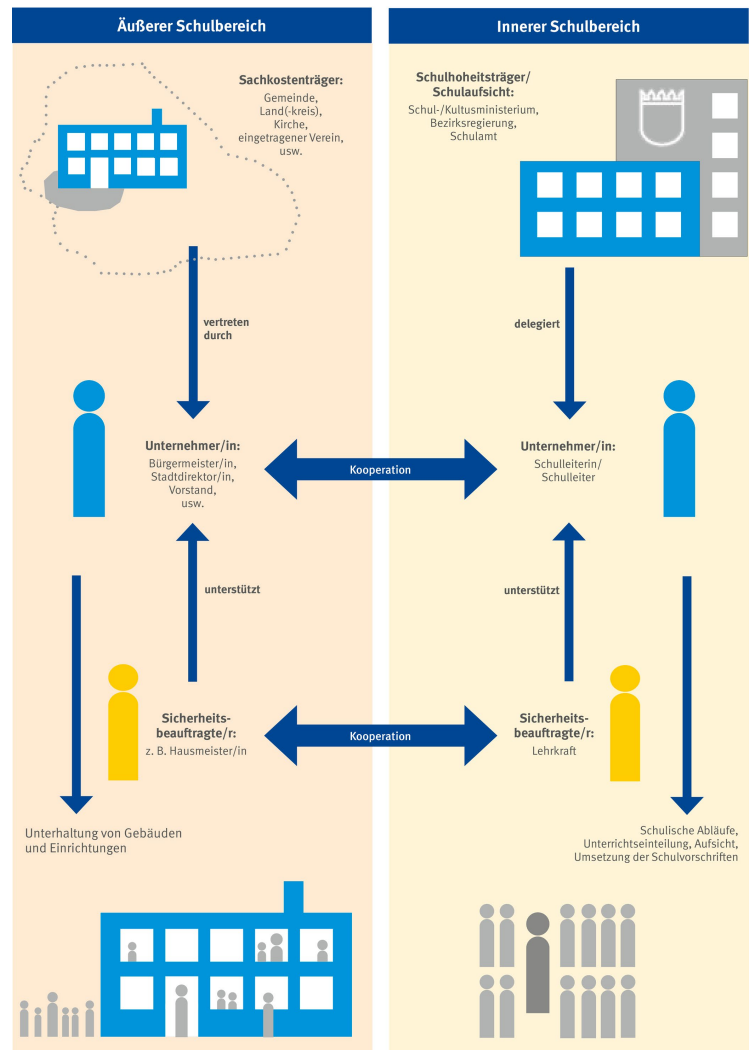
Er hat unter Beachtung der staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und der Regelungen der Unfallversicherungsträger im Bereich der Physik unter anderem folgende sicherheitsrelevante Aufgaben:

- Die Errichtung, Unterhaltung und Wartung der Fachräume
- Bestellung des **Strahlenschutzverantwortlichen**
- Die Organisation der wiederkehrenden **Prüfungen**
- Die Organisation der Entsorgung von z. B. radioaktiven Präparaten
- Die Bereitstellung der **Erste-Hilfe**-Ausstattung
- Die Sorge um Sicherheit und Gesundheit des nicht pädagogischen Schulpersonals (Hausmeisterin oder Hausmeister, Reinigungspersonal)

Quellen

- Grundsätze der Prävention, DGUV Vorschrift 1
- Prävention und Gesundheitsförderung in der Schule, DGUV Information 202-058
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RISU-KMK, Teil I – 3.2 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung – Pflichten der Schulleiterin, des Schulleiters, der Lehrerinnen und Lehrer
- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Zum praktischen Arbeiten im Physikunterricht gehört unter anderem das Experimentieren in Kleingruppen. Hier sind insbesondere folgende organisatorische Maßnahmen und Vorgaben zu beachten:

- Erstellen bzw. Heranziehen einer **Gefährdungsbeurteilung** für Versuche
- Planvolle Vorgehensweise mit Beachtung der Sicherheitsbestimmungen
- Sorgfältige, genaue und verantwortungsvolle Umsetzung der Versuchsvorschriften
- Sachgerechter Umgang mit Geräten, Apparaturen und radioaktiven Präparaten
- Sauberkeit und Ordnung vor, während und nach dem Experimentieren



© Unfallkasse NRW | DGUV

Unter den folgenden Kapiteln sind sowohl für Lehrkräfte als auch für Schülerinnen und Schüler verbindliche Vorgaben und Anweisungen zum praktischen Arbeiten beschrieben:

- **Arbeiten mit Gas**
- **Elektrizitätslehre**
- **Ionisierende Strahlung**
- **Mechanik**
- **Optik**
- **Wärmelehre**
- **Persönliche Schutzausrüstung**
- **Verhaltensregeln**
- **Datenverarbeitung**

Arbeiten mit Gas

Um die sichere Nutzung von **Gasanlagen** zu gewährleisten, müssen sicherheitstechnische Mindestanforderungen erfüllt sein. Das richtige Verhalten und die notwendigen Arbeitsschritte sind von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern einzuhalten.

Unabhängig von den verwendeten Gasanschlussarmaturen und Anschlussstücken sind von der Lehrkraft grundsätzlich folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

- Prüfen der zu verteilenden Brenner und DVGW-zugelassenen Gasschläuche auf einwandfreie Beschaffenheit. Hier ist z. B. auf Knickstellen, poröses Material sowie zu lockeren Sitz der Schlauchenden zu achten.
- Unmittelbar vor dem Öffnen der zentralen bzw. Zwischen-Absperreinrichtung und dem damit verbundenen Einlassen des Gases bis zu den Geräteanschlussarmaturen ist durch Inaugenscheinnahme zu prüfen, ob sämtliche Gasarmaturen geschlossen sind. Dies ist beispielsweise daran zu erkennen, dass die Bedienteile (Griffe) die Geschlossenstellung optisch anzeigen. Anschlussstecker dürfen hierbei noch nicht in die Sicherheits-Gasanschlussarmaturen eingesteckt sein.
- Öffnen der zentralen Absperreinrichtung, z. B. durch Betätigen eines Schlüsselschalters.
- Öffnen der Zwischen-Absperreinrichtung: Nach selbsttätig durchgeführter Geschlossenstellungskontrolle (Gasmangelsicherung) steht der Gasdruck bis an die Armaturen an.
- Verteilen der Anschlusssteile, bestehend aus Brenner, Schlauch und Anschlussstecker, an Schülerinnen und Schüler.
- Nach Beendigung der Experimente sind die Anschlusssteile von den Sicherheits-Gasanschlussarmaturen zu entfernen.
- Schließen der Zwischen-Absperreinrichtung bzw. zentralen Absperreinrichtung.
- Einsammeln der Anschlusssteile bestehend aus Brenner, Schlauch und Anschlussstecker.
- Kontrolle der eingesammelten Bauteile auf Beschädigung.



© Unfallkasse NRW

Weitere Informationen zum **Arbeiten mit Gas** finden sich im Fachraum Chemie.

Quellen

- Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen, DGVU Regel 113-018, Abschnitt II 1.5.4
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I - 5.1 - 5.4
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 1.1, Naturwissenschaftlicher und technischer Unterrichtsraum
- Gasinstallationen in Laborräumen und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen – Planung, Erstellung, Änderung, Instandhaltung und Betrieb, DVGW G 621
- Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien, ohne Ummantelung und Armierung – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, DIN 30664-1

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Experimentieren mit elektrischer Energie

Bei der Vorbereitung und Durchführen von Experimenten mit elektrischer Energie sind technische, organisatorische und verhaltensorientierte Schutzmaßnahmen einzuhalten, die sich vor allem nach Art und Höhe der experimentell genutzten Versorgungsspannung sowie der Ausführung des Berührungsschutzes von spannungsführenden Bauteilen richten. Dies ist in einer [Gefährdungsbeurteilung](#) festzuhalten.

Die Vorbereitung und Durchführung der Experimente mit elektrischer Energie liegen in der unmittelbaren Verantwortung der Lehrkraft. Diese muss aufgrund ihrer Ausbildung, ihrer Kenntnisse und Erfahrungen die von ihr vorgeführten oder angeleiteten Experimente beurteilen und die dabei möglicherweise bestehenden Gefahren erkennen können. Lehrkräfte müssen vor Beginn der Experimente mit elektrischer Energie anhand der "Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht" (RISU-KMK) unterwiesen sein. Soll mit berührungsgefährlicher Spannung gearbeitet werden, muss die Lehrkraft außerdem ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbarer Ausbildungsgänge besitzen.

Als Spannungsquellen für Schülerversuche dürfen nur Geräte mit Schutzkleinspannung (SELV-System) oder

Funktionskleinspannung (PELV-System) mit sicherer Trennung verwendet werden. Diese Geräte sind gegen direktes Berühren von spannungsführenden Bauteilen gesichert und erzeugen eine Spannung von maximal 50 V AC/ 120V DC. Für den Versuchsaufbau sind beim Experimentieren im SELV- oder PELV-System auch Sicherheitsexperimentierkabel einzusetzen.

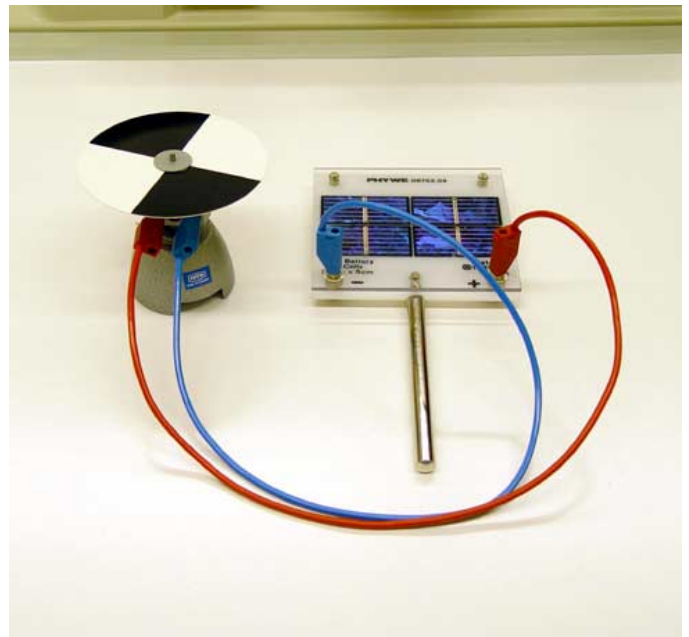
Bei einer Spannungsbegrenzung von SELV- und PELV-Systemen auf maximal 25 V AC/ 60 V DC wird die erzeugte Schutz- oder Funktionskleinspannung als nicht berührungsgefährlich bezeichnet.

Anstelle der oben genannten Transformatoren erfüllen ebenso Stromquellen mit gleichem Sicherheitsgrad, z. B. Batterien, Solarmodule und Akkumulatoren, diesen Zweck. An Experimentiereinrichtungen dürfen Akkumulatoren und Batterien nur bei offenem Stromkreis an- und abgeklemmt werden. In diesen experimentellen Aufbauten ist ein Ein- und Ausschalter vorzusehen.

Sicherheitsmaßnahmen für das Experimentieren mit elektrischer Energie

Je nach Versuchsaufbau sind unter anderem folgende Sicherheitsmaßnahmen zu beachten:

- Die Versuchsanordnung ist mit geeigneten Geräten und Bauteilen übersichtlich aufzubauen. Dieses beinhaltet unter anderem, dass hinsichtlich der Stromstärke und Stromart die maximale Belastung der elektrischen Bauteile (Widerstände, Schalter, Experimentierkabel etc.) sowie die Nennspannung von Kondensatoren und der Messbereich von Messgeräten beachtet werden.
- Vor dem Benutzen sind Geräte und Experimentierleitungen auf erkennbare Schäden zu prüfen.
- Kabelverbindungen sind zuerst an der Spannungsquelle zu trennen.
- In Experimenten verwendete Kondensatoren sind vor dem Versuchsabbau zu entladen.
- Nach dem Einschalten der Betriebsspannung ist die Schaltung nicht mehr zu berühren. Vor jeder Veränderung der Versuchsanordnung und nach jedem Beenden des Experiments ist die Spannung abzuschalten.
- Schülerinnen und Schüler müssen sich außerhalb von Gefahrenbereichen aufhalten, die möglicherweise entstehen können. Die Gefahrenbereiche sind zu kennzeichnen.
- Weitere Konkretisierungen finden sich in der RISU-KMK.



© Unfallkasse NRW

Berühungsgefährliche Spannung

Schülerinnen und Schüler dürfen nicht mit berühungsgefährlicher Spannung experimentieren. Eine Ausnahme ist nur oberhalb der Jahrgangsstufe 10 zulässig, wenn das Lernziel auf anderem Weg nicht erreicht werden kann.

In diesem Fall sind neben einer besonderen technischen Ausstattung, z. B. einer Not-Aus-Einrichtung direkt am Arbeitsplatz, folgende Schutzmaßnahmen zu beachten:

- Vor jedem Schüler- oder Lehrerexperiment sind Schülerinnen und Schüler über die versuchsspezifischen Gefährdungen und Schutzmaßnahmen zu unterrichten.
- Jeder Aufbau, Umbau und Abbau von Versuchsanordnungen darf nur im spannungsfreien Zustand erfolgen. Dies gilt auch bei der Verwendung von Sicherheitsexperimentierleitungen.
- Der Einsatz von Sicherheitsexperimentierleitungen ist bei allen Tätigkeiten mit berühungsgefährlicher Spannung erforderlich.
- Die Lehrkraft muss vor der Spannungsfreigabe jeden Versuchsaufbau der Schülerinnen und Schüler prüfen und während der Versuchsdurchführung im Unterrichtsraum anwesend sein.
- Sicherheitsexperimentierleitungen mit starrer Schutzabdeckung des Kontaktes sind Stand der Technik und daher als Experimentierkabel zu verwenden. Bananenstecker dürfen nicht mehr verwendet werden.

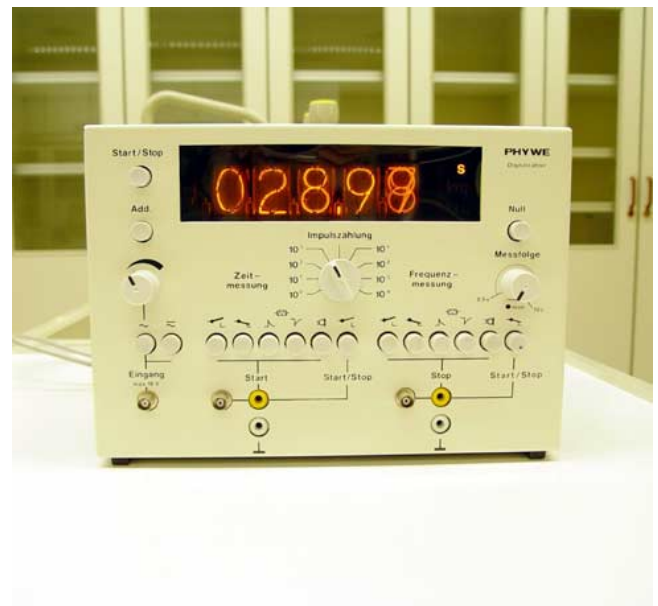


© Unfallkasse NRW | DGUV

Elektromagnetische Felder

Beim Umgang mit magnetischen Feldern, Mikrowellen- und Dezimeterwellensendern im Physikunterricht sind insbesondere die folgenden Sicherheitshinweise zu beachten:

- Bei Versuchen mit magnetischen Feldern ist eine mögliche Projektilwirkung auszuschließen.
- Beim Umgang mit Mikrowellen- und Dezimeterwellensendern sind die Hinweise der Hersteller zu beachten. Die Zeit, innerhalb derer direkt im Bereich der Strahlung hantiert wird, ist zu minimieren. Dies gilt insbesondere bei einer lokalen Verstärkung der Feldstärke, wie z. B. durch ein Gitter bei Mikrowellen oder durch eine Lecherleitung bei den Dezimeterwellen.
- Vor Versuchsbeginn ist zu prüfen, ob während der Versuchsdurchführung besonders schutzbedürftige Personen, z. B. Menschen mit Herzschrittmacher oder Cochlea-Implantat, den Raum verlassen müssen oder ob das Ergreifen einfacher Schutzmaßnahmen, wie z. B. eine Abstandsvergrößerung zum Versuchsaufbau, ausreichend ist.



© Unfallkasse NRW

Quellen

- Sicher experimentieren mit elektrischer Energie in Schulen, DGUV Information 202-039
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I - 11 Tätigkeiten mit elektrischer Energie
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 4.5 Weichlöten
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil II – 4.4 Elektrizitätslehre
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 6 Elektrische Energie
- Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 112: Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen oder in dafür vorgesehenen Bereichen, DIN-VDE 0105-112
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil II – 5.6 Elektronische Schaltungen auf Platinen
- Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1100 V - Teil 2-6: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Sicherheitstransformatoren und Netzgeräte, die Sicherheitstransformatoren enthalten, DIN EN DIN EN 61558-2-6; VDE 0570-2-6



Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Ionisierende Strahlung

Für Schulen wird unabhängig von der Schulform die Behandlung radioaktiver Zerfallsprozesse und der Wirkungen ionisierender Strahlung als Unterrichtseinheit im Lehrplan ausgewiesen. Daraus ergibt sich, dass bei praktischen Arbeiten Röntgenanlagen oder natürlich strahlende Materialien wie z. B. Erze sowie verschiedene Gebrauchsgegenstände wie z. B. Gasglühstrümpfe für Versuchszwecke verwendet werden.

Beim Einsatz von ionisierender Strahlung ist mit einer **Gefährdungsbeurteilung** abzuschätzen, ob eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Schülerinnen und Schüler zu erwarten ist. Es ist zu berücksichtigen, dass bei Versuchen mit ionisierender Strahlung die Wahrscheinlichkeit einer Exposition, die Anzahl der exponierten Schülerinnen und Schüler sowie die individuelle Dosis, die auf die Schülerinnen und Schüler einwirkt, so niedrig zu halten sind, wie es unter der Berücksichtigung des Standes der Wissenschaft und Technik erreichbar ist. Dies wird auch als ALARA-Prinzip (As Low As Reasonably Achievable) oder Minimierungsgebot bezeichnet. Dieses Gebot gilt auch dann, wenn die gültigen Grenzwerte eingehalten werden. Es sind also jede unnötige Strahlenexposition und Kontamination zu vermeiden. Lehrkräfte haben hier eine besondere Sorgfalts- und Aufsichtspflicht. Es wird empfohlen, dass alle Lehrerinnen und Lehrer, die mit radioaktiven Stoffen umgehen, die erforderliche Fachkunde erwerben.



© Unfallkasse NRW

In Schulen kommen zwei Möglichkeiten des Umgangs mit radioaktiven Stoffen oder technischen Geräten wie z. B. Röntgenanlagen in Betracht. Dies sind der **genehmigungsfreie Umgang** sowie der **genehmigungspflichtige Umgang**.

Schulen sollten es anstreben, nur Versuche mit genehmigungsfreien Schulpräparaten und Geräten durchzuführen.

Genehmigungsfreier Umgang

Beim genehmigungsfreien Umgang dürfen radioaktive Präparate eine Aktivität aufweisen, die geringer als die sogenannte Freigrenze ist. Bei der Verwendung von mehreren Nukliden ist eine Aufsummierung erforderlich, deren Ergebnis ≤ 1 sein muss. Diese Summenformel besagt also, dass beim genehmigungsfreien Umgang mit radioaktiven Stoffen die Summe der prozentualen Anteile der Freigrenzen der einzelnen Radionuklide höchstens 100 % betragen darf, die Summe der Verhältniszahlen also kleiner oder gleich 1 sein muss.

Mit dem Begriff Freigrenze wird eine Aktivität bezeichnet, von der bei üblicher Nutzung der Radioaktivität nur eine vernachlässigbar geringe Gefährdung ausgeht. Die Freigrenzen für Radionuklide befinden sich in Anlage 4 der Strahlenschutzverordnung.

Die Verwendung von *bauartzugelassenen Schulpräparaten* ist genehmigungsfrei, wenn die Gesamtaktivität das Zehnfache der in der Anlage 4 der Strahlenschutzverordnung genannten Freigrenzen und eine Ortsdosisleistung im Abstand von 0,1 m von der berührbaren Oberfläche der Vorrichtung von $1 \mu\text{Sv/h}$ nicht überschritten werden.

Einem radioaktiven Präparat wird dann eine Bauartzulassung bescheinigt, wenn eine behördliche Genehmigung erteilt wurde, dass das Präparat in den Verkehr gebracht oder für einen bestimmten Zweck verwendet werden darf. Die Bauartzulassung hat zunächst eine Gültigkeit von 10 Jahren. Nach Ablauf dieser Frist ist ein Weiterbetrieb aber erlaubt, es sei denn, eine Überprüfung gemäß Betriebsanleitung schreibt eine andere Vorgehensweise vor.

Genehmigungspflichtiger Umgang

Beim genehmigungspflichtigen Umgang dürfen Präparate eine Aktivität aufweisen, die höher als die sogenannte Freigrenze ist.

Die Verwendung von bauartzugelassenen Geräten bzw. Vorrichtungen ist auch möglich, wenn die Gesamtaktivität das Zehnfache der in der Anlage 4 genannten Freigrenzen überschreitet wird.

Der Umgang mit Neutronenstrahlung ist ebenfalls genehmigungspflichtig.

Schulröntengeräte

An allgemeinbildenden Schulen dürfen nur Schulröntgeneinrichtungen betrieben werden, die bauartzugelassen sind. Diese sind Vollschutzgeräte, deren Gehäuse neben der Röntgenröhre auch den Untersuchungsgegenstand umschließen. Zwei technisch voneinander unabhängige Schutzvorrichtungen sorgen dafür, dass sich die Röntgenquelle nur bei vollständig geschlossenem Gehäuse betreiben lässt. Zudem lassen sich unter normalen Betriebsbedingungen dieser Geräte die vom Hersteller vorgegebenen maximalen technischen Parameter, z. B. Anodenspannung, Einschaltzeit, nicht überschreiten.

Für jedes Schulröntengerät sind die betreffende Bauartzulassung, die Betriebsanleitung, die Gebrauchsanweisung und der letzte Sachverständigenprüfbericht bereitzuhalten. Ein Abdruck des Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung muss zur Einsicht vorliegen.

Die erstmalige Inbetriebnahme einer Schulröntgeneinrichtung ist der zuständigen Behörde mindestens vier Wochen vorher anzuzeigen. Der Anzeige sind eine Kopie des Zulassungsscheins (Bauartzulassung) sowie der Nachweis eines bestellten Strahlenschutzbeauftragten beizufügen.

Personen, die die Schulröntgeneinrichtung im Unterricht einsetzen, müssen anhand der Gebrauchsanweisung in die sachgerechte Handhabung durch den Strahlenschutzbeauftragten eingewiesen werden. Die Unterweisung ist jährlich zu wiederholen und zu dokumentieren. Die Aufzeichnung ist von den Lehrkräften zu unterschreiben und fünf Jahre aufzubewahren.

Wird eine Schulröntgeneinrichtung zum ersten Mal in Betrieb genommen, erfolgt die Einweisung aller Personen und Lehrkräfte durch eine qualifizierte Person des Herstellers oder Lieferanten anhand der Gebrauchsanweisung. Auch in diesem Fall ist die Einweisung unverzüglich zu dokumentieren und für die Nutzungsdauer des jeweiligen Röntengerätes aufzubewahren.

Vor jeder Inbetriebnahme der Schulröntgeneinrichtung oder des genehmigungsbedürftigen Störstrahlers ist eine Sicht- und Funktionsprüfung durch die Lehrkraft vorzunehmen. Dies beinhaltet beispielsweise:

- Das Prüfen vorhandener Glasscheiben auf erkennbare äußere Beschädigungen
- Einen Funktionstest vorhandener Sicherheitsschalter
- Eine Funktionsprüfung der eventuell vorhandenen Kühlung der Röntgenröhren

Schülerinnen und Schüler dürfen sich nur unter Aufsicht einer Lehrkraft an Versuchen mit einer Schulröntgeneinrichtung beteiligen.

Es ist sicherzustellen, dass Unbefugte die Schulröntgeneinrichtungen oder die genehmigungsbedürftigen Störstrahler nicht in Betrieb setzen können.

Spätestens alle fünf Jahre müssen Schulröntgeneinrichtungen durch einen anerkannten Sachverständigen sicherheitstechnisch geprüft werden. Eine Durchschrift des Prüfberichts ist der zuständigen Behörde zuzusenden. Für die Einhaltung der Fristen und das Veranlassen der Prüfungen sind die Strahlenschutzbeauftragten zuständig.

Wird die Schulröntgeneinrichtung endgültig außer Betrieb genommen, z. B. Verlust der Bauartzulassung oder beim Auftreten außergewöhnlicher Betriebsabläufe (defektes Gerät), ist die zuständige Behörde unmittelbar darüber zu informieren.

Quellen

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Anhang „Strahlenschutz“, 8 Umgang mit radioaktiven Stoffen
- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG)
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV)
- Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Bei allen im Physikunterricht verwendeten Versuchsanordnungen muss die mechanische Stabilität des experimentellen Aufbaus gewährleistet sein. Dazu gehört z. B., dass sämtliche Aufhängungen und Träger für das belastende Gewicht ausgelegt sind und die Schwerpunktlage des Versuchsaufbaus berücksichtigt wird.

Bei Experimenten mit hohem Druck, gespannten Federn und Drähten oder beim Flaschenzug zur Bewegung großer Massen sind die Schülerinnen und Schüler über die Gefahren einer plötzlichen Druck- oder Zugentlastung zu belehren und entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Erforderliche Sicherheitsbereiche und -abstände müssen bei der Planung des Unterrichts berücksichtigt werden, sodass sich Schülerinnen und Schüler außerhalb von Gefahrenbereichen befinden.

Werden Experimente unter vermindertem Druck durchgeführt, z. B. Sieden von Wasser, sind die Teilnehmenden auf die Gefahr einer Implosion hinzuweisen und entsprechende Schutzmaßnahmen, wie z. B. das Tragen von Schutzbrillen, gegen mögliche Splitterwirkungen zu treffen.

Bei ballistischen Experimenten, wie z. B. bei Versuchen zum waagerechten und schiefen Wurf, sind gefahrlose Wurfbahnen zu wählen.

Bei Rotationsexperimenten können infolge der auftretenden Fliehkräfte Massenstücke wegfliegen. Besteht diese Gefahr, ist eine splittersichere Schutzscheibe oder Abdeckung zu benutzen. Generell ist darauf zu achten, dass die rotierenden Körper nicht in Augenhöhe der am Experiment teilnehmenden Personen angeordnet sind.

Werden Drehschemelversuche durchgeführt, ist der Versuch mit angezogenen Armen zu beginnen.

Quellen

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, 4.1 Mechanik

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.



© Unfallkasse NRW

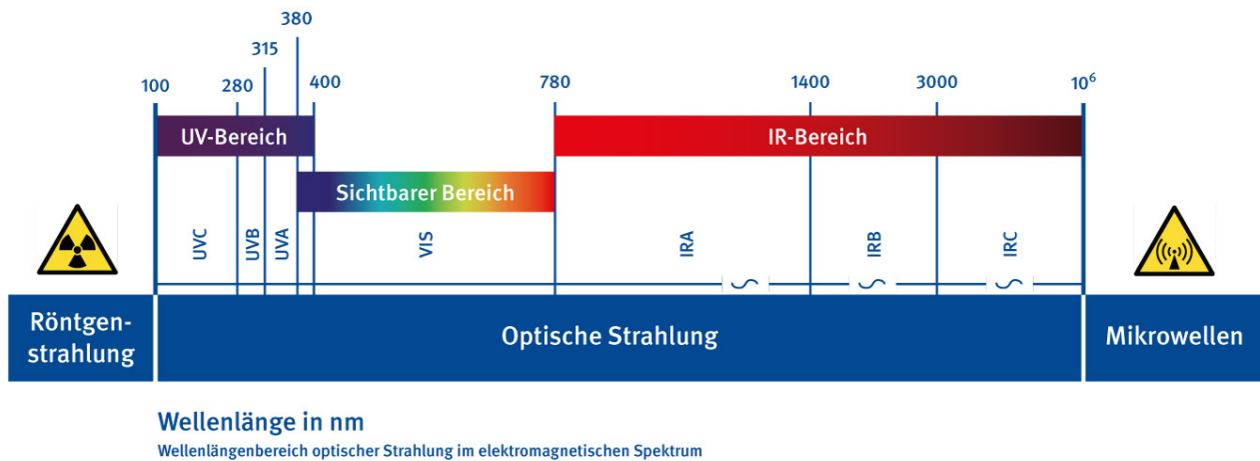
Optische Strahlung

Optische Versuche sind seit jeher ein wichtiger Bestandteil des Physikunterrichts. Ob und welche Schutzmaßnahmen bei Schüler- oder Demonstrationsexperimenten zu ergreifen sind, richtet sich nach den verwendeten optischen Strahlungsquellen und der Art des experimentellen Aufbaus.

Ziel ist es, akute sowie langfristige Haut- und Augenschädigungen, z. B. infolge von Blendung oder Überreizungen, zu vermeiden. In diesem Zusammenhang spielt die Einhaltung des Expositionsgrenzwerts der jeweiligen optischen Strahlung eine wesentliche Rolle. Dieser Grenzwert gibt an, wie hoch die maximal zulässige Einwirkung von optischer Strahlung auf die Augen oder die Haut sein darf, ohne diese zu schädigen. Er ist abhängig von der Strahlungsart sowie der Frage, wie lange und in welchem räumlichen Abstand Personen der Strahlung ausgesetzt sind.

Noch bevor der optische Versuch aufgebaut und durchgeführt wird, müssen im Rahmen einer **Gefährdungsbeurteilung** mögliche Gesundheitsrisiken abgeschätzt und die hieraus resultierenden Schutzmaßnahmen umgesetzt werden.

Um die Einhaltung der **Expositionsgrenzwerte** sicher beurteilen zu können, müssen die erforderlichen Informationen zu den experimentell verwendeten optischen Komponenten bekannt sein und vorliegen. Nur so kann die Höhe der Exposition mittels Berechnungen oder Messungen bestimmt werden.



© Unfallkasse NRW | DGUV

Inkohärente künstliche optische Strahlung

Inkohärente künstliche optische Strahlung ist jede künstliche optische Strahlung außer Laserstrahlung. Bei einer Vielzahl der im Unterricht genutzten optischen Strahlungsquellen genügt ihr bestimmungsgemäßer Gebrauch, damit der jeweilige Expositionsgrenzwert eingehalten wird. In diese Kategorie fallen

- Haushaltsübliche Leuchtmittel
- Schwarzlichtlampen zur Bühnenbeleuchtung
- Offene Flammen, z. B. Bunsenbrenner
- Natrium-Spektrallampen
- Blitzlichtgeräte und Geldscheinprüfgeräte

Wird von den Herstellerangaben abgewichen, können Expositionsgrenzwerte überschritten werden. In diesem Fall müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsschäden ergriffen werden. Für verschiedene, typischerweise im Physikunterricht eingesetzten Strahlungsquellen werden solche Schutzmaßnahmen im Folgenden vorgestellt.

Wärmestrahlung und Infrarot-Strahlungsquellen

Infrarotstrahlung (IR-Strahlung - Wellenlängenbereich von 780 Nanometer bis 1 Millimeter) wird häufig auch als Wärmestrahlung bezeichnet, da diese Strahlung als Wärme wahrgenommen wird. Je nach Wellenlänge kann Infrarotstrahlung in das menschliche Gewebe eindringen und dort Schäden verursachen. Brand- und Verbrennungsgefahr besteht auch, wenn gebündeltes Sonnenlicht z. B. auf menschliche Haut oder brennbares Material trifft. Eine geeignete Schutzmaßnahme ist ein ausreichender Abstand zur IR-Quelle. Die an den Versuchen teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sind entsprechend zu **unterweisen**.

Ultraviolette Strahlung

Beim Experimentieren mit ultravioletter (UV-)Strahlung (Wellenlängenbereich von 100 Nanometer bis 400 Nanometer) kann nicht nur der direkte Blick in den Strahlengang, sondern auch das seitlich abgestrahlte Streulicht zu Augen- und Hautschäden führen. In Unterrichtsräumen ist für eine ausreichende Lüftung zu sorgen, da UV-Strahlung zur Ozonbildung führt.

Das von UV-Hand- und Tischlampen, z. B. in der Dünnschichtchromatografie verwendet, ausgesandte Streulicht wird in einer Entfernung von 1 Meter als unproblematisch angesehen. Hingegen ist beim händischen Arbeiten im Strahlengang dieser Lichtquellen schon nach weniger als 3 Minuten die erlaubte Tagesdosis von 30 Joule/Quadratmeter erreicht. Händische Arbeitsvorgänge im Abstrahlbereich dieser UV-Lichtquellen sind deshalb auf wenige Minuten (< 3 Minuten) zu begrenzen.

Wesentlich höhere Bestrahlungsstärken im UV-Wellenlängenbereich erreichen mit einem Quarzglaskolben versehen Spektrallampen, wie z. B. Quecksilberdampflampen. Selbst in einem Abstand von 50 Zentimetern kann das von diesen Lampen ausgesandte und an optischen Komponenten gestreute Licht innerhalb von Sekunden die Haut und die Augen schädigen. Der Aufenthalt im Strahlengang der Lampe oder ein direkter Blick in diesen ist unbedingt zu vermeiden. Aufgestellte Schutzscheiben aus z. B. Polycarbonat, Acrylglas oder Glas schirmen auftretendes Streulicht wirksam ab und ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, den Versuch zu beobachten. Allerdings ist zur Blockung oder Abschirmung des direkten Strahlengangs diese Art von Schutzscheiben eher ungeeignet.

Lässt sich der Arbeitsbereich rund um den Versuch herum nicht ausreichend gegen die emittierte UV-Strahlung abschirmen, müssen die Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrkräfte UV-Schutzbrillen und Gesichtsschutzschilde tragen. Der Bereich ist mit dem Gefahrenhinweisschild „Vorsicht ultraviolette Strahlung“ zu kennzeichnen.

Quecksilberdampflampen mit einem Glaskolben statt Quarzglaskolben geben deutlich weniger UV-Licht ab. Ist nicht eindeutig zu klären, ob es sich um eine Lampe mit einem Glaskolben handelt, sollten die zuvor beschriebenen Schutzmaßnahmen dringend eingehalten werden.

Maßnahmen zum Schutz vor Blendung

Optische Strahlungsquellen mit einer Leuchtdichte von mehr als 1000 Candela pro Quadratmeter verursachen Blendungen, die möglicherweise Nachbilder und eine Einschränkung der Sehfähigkeit verursachen. In diesem Fall sind Abschirmungen oder Abschottungen in den Versuchsaufbau zu integrieren, die Personen den direkten Blick in den Strahlengang der Lichtquelle verwehren. Ist Letzteres gegeben, können z. B. Bogenlampen, die sich in einem geschlossenen Gehäuse befinden, im Unterricht sicher betrieben werden.

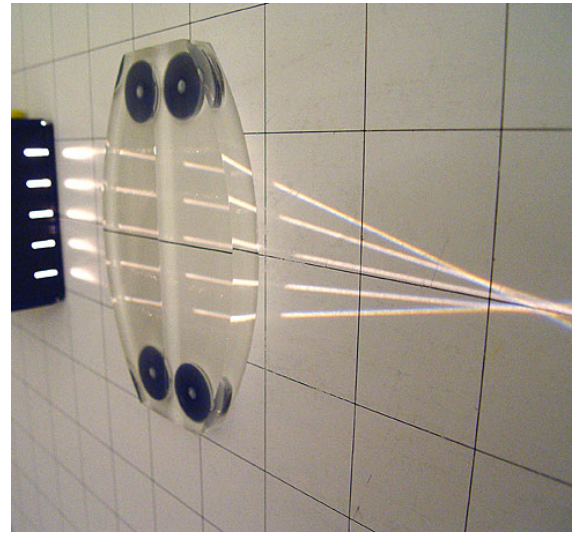
Beim **Abbrennen eines Magnesiumbands** wird selbst in einem Abstand von 1,7 Metern zur Lichtquelle die zulässige Leuchtdichte um das 1000-Fache überschritten. Als Blendschutz eignen sich Abschirmmaßnahmen sowie der Einsatz von optischen Filtern, welche die Leuchtdichte stark reduzieren. Hierzu eignen sich Schweißerschutzfilter der Stufe 3 oder 4, Kobaltglas oder eine Ceranglasscheibe. Die experimentierende Lehrkraft sollte z. B. eine Schweißerschutzbrille der Stufe 5 tragen. Die Schülerinnen und Schüler sind vor Beginn des Experiments darauf hinzuweisen, nicht in die Flamme zu schauen. Sollte dennoch jemand direkt in die Flamme gesehen haben, so ist eine Beeinträchtigung des Sehvermögens für einige Minuten bis Stunden möglich.

LED-Leuchtmittel werden in Risikogruppen eingeteilt. Fallen die im Physikunterricht verwendeten LEDs unter die Risikogruppe 2 und höher, sind geeignete Blendschutzmaßnahmen, z. B. mittels geeigneter optischer Filter, bei der Versuchsplanung sowie bei der experimentellen Durchführung zu berücksichtigen. Eine Blendungsbeurteilung kann anhand der Leuchtdichte durchgeführt werden. Bei Leuchtdichten ab 1000 cd/m² besteht eine Blendung mit ggf. Nachbildern und Einschränkung der Sehfähigkeit. Gebündelte Hochleistungs-LED-Scheinwerfer können 3.000.000 und mehr cd/m² erreichen. Deshalb dürfen diese LEDs nicht auf die Augen von Personen gerichtet werden.

Laser - kohärente optische Strahlungsquellen

Optische Versuche mit Lasern dürfen im Schulunterricht nur mit Lasern der Klasse 1, 1M, 2 und 2M durchgeführt werden und unterliegen der Aufsicht der Lehrkraft. Außerhalb des Unterrichts sind die Laser unter Verschluss aufzubewahren.

- **Klasse 1:** Die vom Lasergerät emittierte Strahlung ist ungefährlich.
- **Klasse 1 M:** Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 Nanometer bis 400 Nanometer und ist für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, wie Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird.
- **Klasse 2:** Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 Nanometer bis 700 Nanometer. Bei einer kurzzeitigen Einwirkungsdauer (bis 0,25 Sekunden) ist sie für das Auge ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereichs von 400 Nanometer bis 700 Nanometer erfüllen die Bedingungen für Klasse 1. Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung 1 Milliwatt.
- **Klasse 2 M:** Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 Nanometer bis 700 Nanometer. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 Sekunden) für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereichs von 400 Nanometer bis 700 Nanometer erfüllen die Bedingungen für Klasse 1 M.
- **Klasse 3 A:** Alte Bezeichnung der Klasse 2 M-Laser. Entsprechende Maßnahmen sind zu ergreifen.



© Unfallkasse NRW

Der experimentelle Aufbau ist so zu gestalten, dass niemand in den direkten noch in den reflektierten Laserstrahl blicken kann. Zudem sind die an den Experimenten beteiligten Schülerinnen und Schüler über die augenschädigende Wirkung von Laserstrahlung aufzuklären. Räumliche Bereiche, innerhalb derer mit Lasern experimentiert wird, sind gegen unbeabsichtigtes Betreten zu sichern und mit einem "Laserwarnschild" zu kennzeichnen.

Quellen

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 10 Tätigkeiten mit künstlicher optischer Strahlung
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil III – 5 Künstliche optische Strahlung
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil II – 4.3 Optik und optische Strahlung
- Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV)
- TROS Laserstrahlung Teil Allgemeines, Technische Regel zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - TROS Laserstrahlung
- TROS IOS Teil Allgemeines, Technische Regel zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - TROS Inkohärente Optische Strahlung
- Sicherheit von Lasereinrichtungen, DIN EN 60825
- Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen, DIN EN 62471

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Persönliche Schutzausrüstung

Der Physikunterricht sollte nicht nur theoretisches Wissen vermitteln, sondern auch die Möglichkeit bieten, dieses Wissen in Versuchen anzuwenden, um damit praktische Erfahrungen zu sammeln. Lassen sich beim Experimentieren im Physikunterricht Gefährdungen durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausschließen, ist der Schulsachkostenträger verpflichtet, sowohl Schülerinnen und Schülern als auch den Lehrkräften persönliche Schutzausrüstungen (PSA) zur Verfügung zu stellen. Bei der Beschaffung ist darauf zu achten, dass die PSA mit einem CE-Kennzeichen versehen ist. Welche PSA dabei für welche Arbeits- und Lernbedingungen sowie Personen die richtige ist, leitet sich aus der [Gefährdungsbeurteilung](#) ab.

Die PSA muss entsprechend der Gebrauchsanleitung und unter Berücksichtigung bestehender Tragzeitbegrenzungen und Gebrauchsdauern genutzt werden. Die verwendete PSA ist regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen. Festgestellte Mängel sind unverzüglich zu melden. Die bestimmungsgemäße Benutzung der PSA muss den Nutzerinnen und Nutzern im Rahmen von Unterweisungen vermittelt werden.

Durch die Organisation von Wartungs-, Reparatur- und Ersatzmaßnahmen sowie durch ordnungsgemäße Lagerung der PSA wird dafür gesorgt, dass die persönliche Schutzausrüstung während der gesamten Nutzungsdauer funktioniert und sich in hygienisch einwandfreiem Zustand befindet.

Im schulischen Alltag dient eine Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung dazu, Schülerinnen und Schüler sowie Beschäftigte darauf hinzuweisen, an welchen Arbeits- und Lernplätzen PSA benutzt werden muss.

Augenschutz

Bei Arbeiten, die mit einer Gefährdung der Augen verbunden sind, muss immer geeigneter Augenschutz getragen werden.

Das gilt zum Beispiel für Experimente:

- Mit dem Bolzensprenger und der Sprengkugel (splittersichere Abdeckung erforderlich).
- Mit ultraviolettem (UV-)Licht in nicht vollständig abgeschirmten geschlossenen Apparaturen - ggf. bei Tätigkeiten mit Laserstrahlung.
- Bei vermindertem Druck (Implosionsgefahr).

Optische Korrekturbrillen erfüllen die Anforderungen nicht, die an eine persönliche Schutzausrüstung gestellt werden. Es fehlt zum Beispiel der Seitenschutz. Deshalb wird empfohlen, im Einkauf grundsätzlich Augenschutz zu beschaffen, der zusätzlich zur Korrekturbrille getragen werden kann.

Handschutz

In der Regel erfordern die im Physikunterricht üblichen Experimente nicht das Tragen von Schutzhandschuhen. Allerdings können bei einzelnen Experimenten Gefährdungen für die Hände durch mechanische oder thermische Einwirkungen bestehen, wie z. B. heiße, kalte oder raue Oberflächen. In diesen Fällen müssen auf die Gefahren abgestimmte Schutzhandschuhe getragen werden.

Handschuhe zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen, z. B. beim Umgang mit Glasgeräten, bestehen aus Leder oder speziellen Chemiefasern. Handschuhe zum Schutz vor thermischen Einwirkungen bestehen in der Regel aus speziellen Chemiefasern. Das Tragen asbesthaltiger Schutzhandschuhe ist verboten.

Informationen zur [persönlichen Schutzausrüstung](#) gegen chemische Einwirkungen auf die Haut finden sich im Bereich Chemie.



© Unfallkasse NRW

Lärmschutz

Der Gehörschutz ist bei möglichen Gefährdungen des Gehörs, zum Beispiel bei Akustik-Experimenten, zu verwenden und so auszuwählen und anzuwenden, dass eine Gefährdung des Gehörs minimiert wird.

Dies gilt bereits ab einem Tages-Lärmexpositionspegel von 80 dB(A) und einem Spitzenschalldruckpegel von 135 dB(C) . Obwohl im Physikunterricht an Schulen diese Pegelwerte i. d. R. nicht erreicht werden, gibt es dennoch Versuche mit einer Lärmbelastung, z. B. beim Einsatz eines Tonfrequenzgenerators (≈ 110 dB), zur Bestimmung der Grenzfrequenzen des Hörschalls.

Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 2.2, Was für die Branche gilt
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 2.1, Was für alle gilt
- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.10, Tätigkeiten mit Gefahr- und Biostoffen
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.11 Persönliche Schutzausrüstung
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil II – 7.7 UV-Licht
- Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibArbSchV)
- Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen, Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 401

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Verhaltensregeln

Für einen sicheren Unterrichtsbetrieb ist es erforderlich, vor praktischen Arbeiten zusätzlich zur halbjährlichen **Unterweisung** auf der Grundlage der Versuchsbeschreibung entsprechende Verhaltensregeln und Schutzmaßnahmen zu vermitteln.

Versuche an Schülerinnen und Schülern dürfen nur durchgeführt werden, wenn eine Gesundheitsschädigung ausgeschlossen ist und die hygienischen Erfordernisse gewährleistet sind.

Deshalb ist z. B. Folgendes verboten:

- Experimente mit ionisierenden Strahlen
- Versuche mit berührungsgefährlichen Spannungen



© Unfallkasse NRW | DGUV

Bei Abnahme elektrophysiologischer Signale (EKG, EEG) dürfen nur Geräte eingesetzt werden, die dem Medizinproduktegesetz bzw. der Medizingeräteverordnung entsprechen oder vollständig vom Stromnetz getrennt betrieben werden und an denen keine berührungsgefährlichen Spannungen auftreten können.

Aufsicht

Schülerinnen und Schüler dürfen in der Schule in der Regel nur unter Anleitung und Verantwortung der Lehrkräfte Versuche durchführen. Die Lehrkraft ist dabei zu einer dem Alter und der Reife der Schülerinnen und Schüler entsprechenden Aufsicht verpflichtet.

Die Lehrkraft kann in Einzelfällen Schülerinnen oder Schüler auch ohne ständige Aufsicht in der Schule experimentieren lassen, wenn sie nach den bisherigen Unterrichtserfahrungen mit diesen Schülerinnen und Schülern davon ausgehen kann, dass sie mit den zur Verfügung gestellten Geräten sachgerecht umgehen. Eine Alleinarbeit von Schülerinnen und Schülern ist nicht erlaubt.

Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.11, Umgang mit Maschinen, Geräten und Werkzeugen - Unterweisung
- Grundsätze der Prävention, DGUV Vorschrift 1, § 4
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 3.16 Betriebsanweisung, Unterweisung und Unterrichtung
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil II – 1.1 Verhaltensregeln
- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht, RiSU-KMK, Teil I – 2, Allgemeine Verhaltensregeln

Bitte beachten Sie auch die landesspezifischen Quellen der Bundesländer auf der Webseite online.

Datenverarbeitung

Zunehmend spielen digitale Medien wie interaktive Whiteboards, Computer oder Smartphones eine wichtige Rolle im schulischen Alltag. So bietet beispielsweise die Nutzung von mobilen IT-Geräten wie Notebooks und Tablets die Möglichkeit, computergestützte Messdatenverarbeitung oder Gerätesteuerung in den Physikunterricht zu integrieren.

Bei der Einrichtung von Computerarbeitsplätzen in Vorbereitungsräumen für Lehrkräfte oder bei der Nutzung mobiler IT im Unterricht sind u. a. folgende Anforderungen zu beachten:



© B. Fardel | Unfallkasse NRW

- Stufenlos höhenverstellbare Stühle und Einzeltische zur Verfügung stellen, die ein dynamisches Sitzen ermöglichen
- Bildschirme anschaffen, die leicht dreh- und neigbar sind
- Mobile IT-Geräte: Displaygröße sollte mindestens 10 Zoll, für längeres Lesen und Texteingaben mindestens 15 Zoll betragen
- Bildschirme mit Blickrichtung parallel zu den Fenstern aufstellen, um Reflexionen zu vermeiden
- Mobile IT-Geräte: Geräte mit einem matten Display einsetzen, bei glänzenden Bildschirmen reflexionshemmende Displayfolien verwenden und einen möglichst hellen Bildschirmhintergrund einstellen
- Tastatur mit dunklen Schriftzeichen und hellem Untergrund zur Verfügung stellen, die vom Bildschirm getrennt und neigbar ist, Tastatur und Maus auf der Tischfläche variabel platzieren
- Zum Auflegen der Hände vor der Tastatur eine Flächentiefe von 10 bis 15 cm ermöglichen
- Auf Touchscreens eingeblendete Tastaturen erlauben kein ergonomisches Arbeiten, für längere Texteingaben empfiehlt sich eine externe Tastatur
- Verkehrswege (Gangbreite mindestens 100 cm) und Aufstellflächen für periphere Geräte (wie Drucker, Scanner) bereitstellen
- Zwischen einzelnen Sitzreihen mindestens 100 cm Abstand halten
- Für die [Prüfung der elektrischen Geräte](#) erforderliche Fristen und Umfänge einhalten
- Eine durchgehende Arbeitsdauer von fünf Minuten sollte an Smartphones nicht überschritten werden.

Quellen

- Branche Schule, DGUV Regel 102-601, Punkt 3.5, Lernen mit digitalen Medien im Unterricht