

# Fügetechnik

PRBK 2L



Arbeitsicherheit zur Fügetechnik	7
Auftragsvorbereitung	13
Nicht lösbare Verbindungen	19
Lösbare Verbindungen	107
Neue Farbkennzeichnung von Gasflaschen	123

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

**Projektleitung**

Rudin Alfred, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Bellwald Bernhard, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Arn Hanspeter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Baur Daniel, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Wir danken dem ganzen Team für die ausgezeichnete fachliche Unterstützung und für die gute Zusammenarbeit.

Für die Unterstützung mit Bildern und Inhalten danken wir:

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf

Kisling AG, Tagelswangen

PanGas, Dagmersellen

Herausgeberin: Edition Swissmem  
3. Auflage 2010

Bezugsquelle:  
Swissmem Berufsbildung  
Brühlbergstrasse 4  
8400 Winterthur

Telefon Vertrieb 052 260 55 55  
Fax Vertrieb 052 260 55 59

[www.swissmem-berufsbildung.ch](http://www.swissmem-berufsbildung.ch)  
[vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch](mailto:vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch)

Copyright Text, Zeichnung und Ausstattung:  
© by Swissmem, Zürich

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in andern als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Herausgebers.

## Zeichenerklärungen und inhaltlicher Aufbau

### Zeichenerklärung



Diese Variante ist zweckmässig. Im Sinne der Optimierung des Produktes suchen wir die stärkste Lösung.



Brauchbare Lösung. Sicher sind noch bessere Varianten zu finden!



Diese Lösung ist ungeeignet. Überlegen Sie, aus welchem Grund diese Lösung nicht befriedigt und suchen Sie eine bessere Variante.



Lösen Sie diese Aufgabe mit dem geeignetsten Hilfsmittel.



Lernziele



Wichtige Hinweise



Information



Informationen im Web: [www.swissmem-elearning.ch](http://www.swissmem-elearning.ch)

---



---

Notieren Sie hier die zutreffenden Informationen, wie nationale oder internationale Normen, Betriebsnormen, Titel von Fachbüchern, Betriebsanleitungen usw.

### Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang ist nach der gleichen Struktur wie der Kompetenzen-Ressourcen-Katalog aufgebaut.

Der Ressourcenaufbau ist wie folgt gegliedert:

#### **Aktivierung**

Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Grundsatzfragen, welche den momentanen Wissensstand erfassen.

#### **Theorie / Übungen**

Der Theorieteil beinhaltet neben der Theorie auch Fragen und/oder Übungen, welche die Lernenden lösen müssen.

#### **Repetition**

Als Abschluss des Ressourcenaufbaus sind Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen der Festigung des Lernstoffs.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Arbeitssicherheit zur Fügetechnik</b>	<b>Vorschriften zur Arbeitssicherheit</b>	<b>7</b>
<b>Auftragsvorbereitung</b>	<b>Arbeitsauftrag, Werk- und Hilfsstoffe sowie Material</b>	<b>13</b>
<b>Nicht lösbare Verbindungen</b>	<b>Schweissanlagen, Schweißwerkzeuge und Spannmittel</b>	<b>19</b>
	Referenznummer	20
	Schweissymbole	22
	Schweissspositionen	24
	Schweisssnahtvorbereitung	27
	Autogenanlage	28
	Flammeneinstellung	32
	Injektorbrenner	32
	Druckreduzierventile	34
	Sicherheitseinrichtungen	35
	Gasschläuche	36
	<b>Hartlöten</b>	<b>41</b>
	Hartlöten	42
	<b>Lichtbogenhandschweissen</b>	<b>50</b>
	Schweissanlage	51
	Schweisstromquellen	51
	Blaswirkung	52
	Stabelektrode	53
	Schweisssnaht prüfen	57
	<b>Metall-Schutzgasschweissen</b>	<b>61</b>
	Metall-Schutzgasschweissen	62
	Lichtbogen	62
	Schweisssparameter	63
	Anwendungsbereich	64
	Drahtfördereinrichtung	64
	Schweisssbrenner	66
	Drahtelektroden	67
	Lichtbogenarten	67
	Schutzgase	71
	Gasmengeneinstellung Gasmengenanzeige	72
	<b>Qualitätssicherung beim Schweißen</b>	<b>77</b>
	Qualität	78
	Qualitätssicherung	78
	Äussere Fehler	78
	Innere Schweisssfehler	79
	Ultraschallprüfung	80
	Prüfung mit Röntgen- oder Gammastrahlen	81
	Prüfung mit Magnetpulver	82
	Zerstörende Prüfverfahren	82
	Biegeprüfung	82
	Härteprüfung	83
	Metallografische Untersuchungen	83
	Kriterien zur Qualitätssicherung bei Schweisssverbindungen	84
	<b>Nietverbindungen</b>	<b>87</b>
	Nieten	88
	Blindnieten	91
	Blindnietmuttern	92
	Einpressmuttern	93
	Schnellverschlüsse	93

## Inhaltsverzeichnis

---

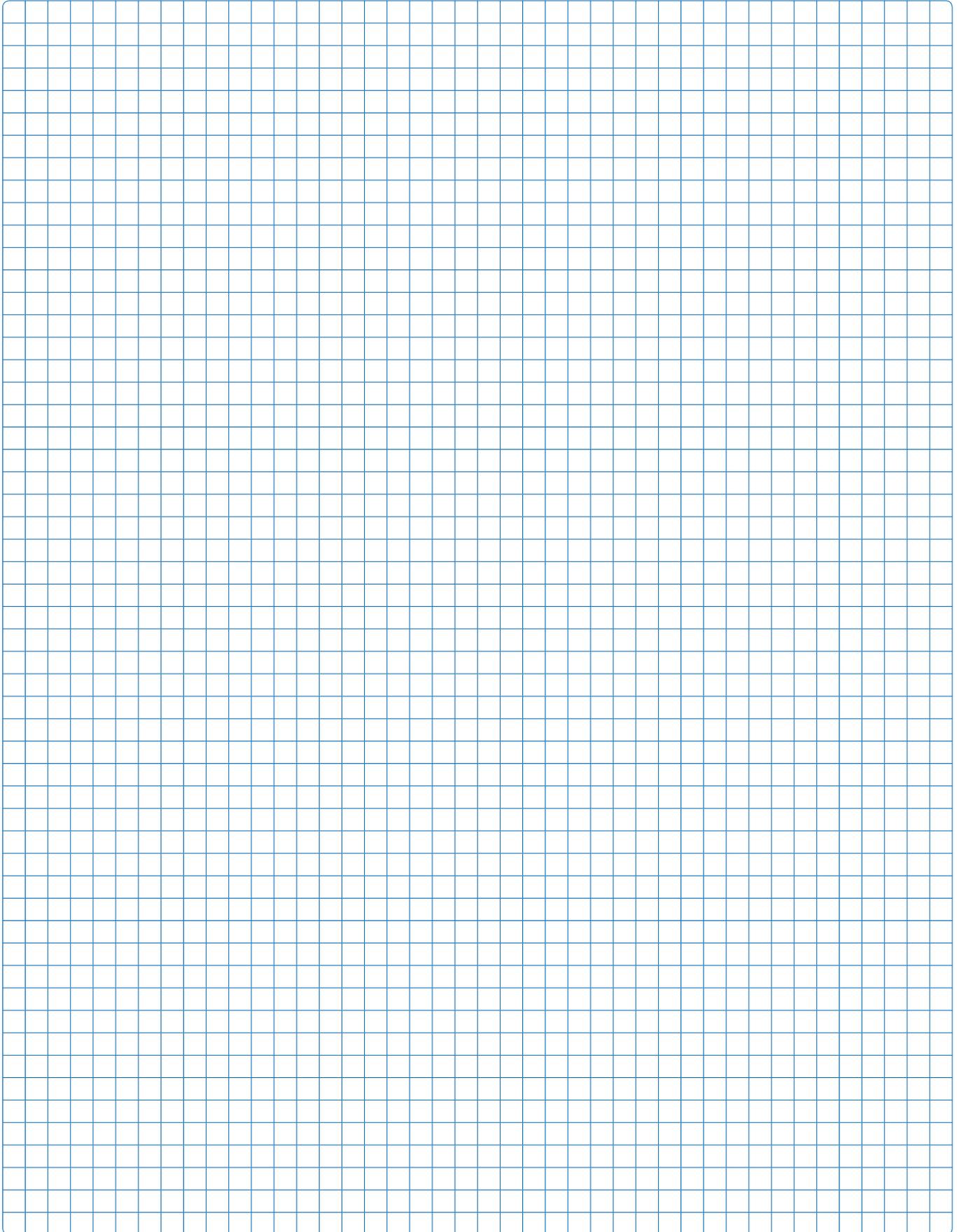
<b>Kleben</b>	<b>97</b>
Kleben	98
Klebstoffe	99
Belastungsfälle	99
Arbeitsfolge	101

### Lösbare Verbindungen

<b>Schraub- und Stiftverbindungen</b>	<b>107</b>
Grundlagen	108
Belastungsfälle	108
Zuverlässigkeit	109
Vorspannkraftabfall	109
Schrauben	110
Muttern	112
Gewindeeinsätze aus Draht	113
Scheiben	113
Festigkeitsklassen	115
Sicherungsmaßnahmen	116
Stifte	118
Arbeitsfolge für eine Zylinderstiftverbindung	120

## Notizen

---

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares.

**Aktivierung****Vorschriften zur Arbeitsicherheit**

– Vorschriften zur Arbeitsicherheit bei der Fügetechnik einhalten

**Grundsatzfragen**

1. Welche Gefahren kennen Sie beim Löten oder Schweißen?

2. Wie schützen Sie Ihre Augen am besten vor grellem Licht?

3. Welche persönliche Schutzausrüstung besitzen Sie schon?

## Theorie

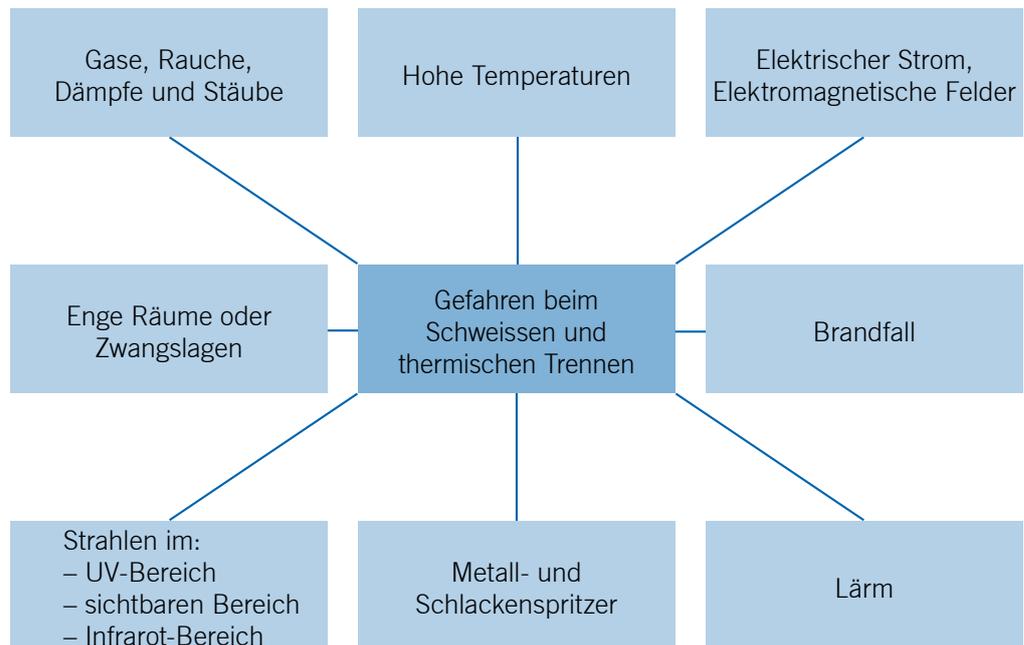
## Vorschriften zur Arbeitssicherheit



Diese Ausbildungseinheit müssen Sie durchgearbeitet haben, bevor Sie Schweißen oder ein dem Schweißen verwandtes Verfahren anwenden.

Das Schweißen oder die dem Schweißen verwandten Verfahren können auf den menschlichen Organismus einwirken. Beachten Sie, dass diese Emissionen (Einwirkungen) auch bei Ihrer Arbeit und in Ihrem Betrieb auftreten. Schützen Sie sich dementsprechend!

Folgende Gefahren müssen hierbei beachtet werden (siehe auch EKAS 6509.d):



## Begriffe

**Schweißen:**

Der Begriff Schweißen umfasst die verschiedenen Verfahren zum Fügen von metallischen Werkstoffen unter Anwendung von Wärme und/oder Kraft, mit oder ohne Schweißzusatzwerkstoff.

Schweißverfahren sind beispielsweise: Gasschweißen, Lichtbogenhandschweißen, Plasmaschweißen, Unterpulverschweißen, Widerstandsschweißen, Rollennahtschweißen, Reibschweißen

**Verwandte Verfahren:**

Dieser Begriff bezeichnet die verschiedenen Verfahren zur thermischen Behandlung metallischer Werkstoffe, bei denen die Temperatur des Grundwerkstoffes unterhalb der Schmelztemperatur bleibt.

Verwandte Verfahren sind beispielsweise: Lötten, thermisches Spritzen, Flammwärmen, Flammstrahlen, Widerstandswärmen, Widerstandslötten.

Nachfolgenden wird der Einfachheit halber vom Schweißen gesprochen.

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitsicherheit

Gase, Rauche, Dämpfe und Stäube

Durch das Schweiessen wird grosse Wärme erzeugt. Dabei kommt es zu einem gewollten Schmelzprozess. Gleichzeitig gelangen aus den Zusatzwerkstoffen und dem Grundwerkstoff Schweisstrauchpartikel in die Luft. Diese Schweisstrauche sind chemisch sehr umfassend und aus verschiedensten Elementen, deren Verbindungen und Gasen zusammengesetzt. Deshalb muss der Arbeitsplatz so eingerichtet sein, dass in der Atemluft keine Stoffkonzentrationen auftreten, die für Personen eine Gefährdung oder Beeinträchtigung darstellen.



**Setzen Sie bei allen Schweisverfahren, welche dies vorschreiben, fest installierte oder bewegliche Schweisstrauch-Absauganlagen ein. Achten Sie darauf, dass die Ansaugdüse möglichst nahe der Schweisstelle platziert ist.**

**Ihr Ausbildner, Ihre Ausbilderin erklärt Ihnen, bei welchen Schweisprozessen diese Anlagen notwendig sind.**



Fest installierte Absauganlage

**Die spezifischen Gefahren beim Arbeiten mit Gasen werden im Modul Autogen-Anlage behandelt.**



1. Notieren Sie, wann, wie und wo die entsprechenden Filtereinheiten zu kontrollieren sind, wer dafür zuständig ist und wie die Entsorgung der anfallenden Stoffe organisiert ist.

---



---

Hohe Temperaturen

Schützen Sie den ganzen Körper (Kopf, Augen und Gesicht, Arme und Hände, Beine und Füsse, Rumpf). Siehe Tabelle Schutzausrüstungen.

Elektrischer Strom, Elektromagnetische Felder

Jede elektrische Schweisquelle bietet eine erhöhte elektrische Gefährdung. Setzen Sie nur geeignete, entsprechend gekennzeichnete Schweismaschinen ein. Achten Sie auf defekte Kabel und Handgriffe. Der korrekt angebrachte Werkstückanschluss möglichst nahe der Schweisstelle verhindert Kriechströme und Erwärmungen am falschen Ort.

Beachten Sie das Umfeld um Ihren eigenen Körper. Können beim knien, sitzen, anlehnen, liegen elektrisch leitfähige Teile durch ungeschützte Körperpartien berührt werden? Schaffen Sie einen sicheren, freien Bewegungsraum zwischen diesen Teilen.

Bei nassen, feuchten oder heissen Arbeitsplätzen wird der elektrische Widerstand der Haut und der Kleider erheblich herabgesetzt. Legen Sie isolierende Zwischenlagen z.B. Gummimatten an die Gefahrenquellen und wechseln Sie feuchte Kleider gegen trockene.

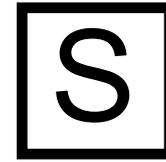
Denken Sie an die Magnetfelder beim Lichtbogen.

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit

Bei Unterhalts- oder Servicearbeiten ziehen Sie bei den Geräten den Stecker oder nehmen Sie die Sicherungen heraus. Leiten Sie bei allfällig stromführenden Teilen zuerst den Strom ab (Erden).

Kontrollieren Sie vor Inbetriebnahme den sicheren Zustand der Anlage.



Schweisstromquellen für den Einsatz unter erhöhter elektrischer Gefährdung

**Allfällige Reparaturen im Elektrobereich dürfen nur von dazu zuständigen Fachpersonen ausgeführt werden.**

Schweisstromquellen werden für den Einsatz unter erhöhter elektrischer Gefährdung besonders gekennzeichnet.



Bisher verwendete Zeichen



Strahlen im UV- Bereich,  
sichtbaren Bereich,  
Infrarot-Bereich

Schützen Sie den ganzen Körper (Kopf, Augen und Gesicht, Arme und Hände, Beine und Füße, Rumpf). Siehe Tabelle Schutzausrüstungen. Schützen Sie auch Ihr Umfeld durch korrektes Aufstellen von Schutzwänden und Schutzvorhängen.

**Beachten Sie, dass Schutzwände und Schutzvorhänge die Strahlung auch indirekt reflektieren können und so eine Blendung der ungeschützten Augen möglich ist.**



Schweisoverall mit Handschuhen und Schweißhelm



Metall- und Schlackenspritzer

Schützen Sie den ganzen Körper, jedoch speziell die Augen durch das Tragen der Schutzbrille. Siehe Tabelle Schutzausrüstungen.

Lärm

Schützen Sie speziell das Gehör. Siehe Tabelle Schutzausrüstungen.

Brandfall

Die Arbeitsmittel sind so aufzustellen, dass sie auch Brandfall gut zugänglich sind. An geeigneter Stelle sind Kühl- und Löscheinrichtungen aufzustellen.

Arbeiten in engen Räumen

Für Arbeiten in Behältern und engen Räumen sind zusätzlich die Bestimmungen der «Richtlinien betreffend Arbeiten in Behältern und engen Räumen», Suva-Best.-Nr. 1416, zu berücksichtigen (siehe auch CD der Lösungsausgabe).

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitsicherheit

Persönliche  
Schutzausrüstung

Für das Schweißen und verwandte Verfahren sind den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern geeignete persönliche Schutzmittel wie Arbeitskleidung, Augen-, Gehör-, Gesichts-, Atemschutz, Schutzhandschuhe, Schuhwerk usw. zur Verfügung zu stellen. Der Arbeitgeber schreibt die Verwendung der Schutzmittel vor und überwacht, ob sie korrekt getragen werden. Bei Schweißarbeiten mit elektrischem Strom müssen die persönlichen Schutzmittel stets genügend isolierend sein, so dass keine gefährliche Berührungsspannung auftreten kann.

Für Arbeitskleider müssen hautverträgliche Stoffe verwendet werden, welche die Körperatmung nicht behindern. Wegen der erhöhten Brandgefahr müssen sie aus Material hergestellt sein, das unter kurzzeitiger Einwirkung einer Wärmequelle (z.B. Schweißflamme, Lichtbogen) und bei Kontakt mit heißen Teilen (z.B. Schweißnaht) nicht brennt oder abschmilzt (siehe SN EN ISO 11611).

Die Arbeitskleidung darf nicht durch Öle oder Fette in gefährlicher Weise verunreinigt sein.

Schutzziel	Schutz vor möglichen Verletzungen	Wichtigste Schutzausrüstungen
Schutz des Kopfes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anstossen an Gegenständen</li> <li>– pendelnde, herabfallende, umfallende oder wegfliegende Gegenstände</li> <li>– Erfasstwerden der Haare</li> </ul>	Schutzhelme, Haarschutznetze
Schutz der Augen und des Gesichts	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wegfliegende Teile</li> <li>– Spritzer von Flüssigkeiten</li> <li>– Gefährliche Strahlung</li> </ul>	Schutzbrille, Schutzschilder, Schutzhauben, Schutzschirme
Schutz des Gehörs	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gehörgefährdender Lärm</li> </ul>	Gehörschutzpfropfen, Gehörschutzkapseln, Gehörschutzhelme, Schallschutzanzüge
Schutz der Arme und Hände	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mechanische Einwirkungen</li> <li>– Chemikalien, Gase</li> <li>– Flammen, feuerverflüssigte Massen, Wärmestrahlung</li> <li>– Kälte, Nässe</li> <li>– elektrische Energie</li> <li>– Strahlung</li> </ul>	Schutzhandschuhe
Schutz der Beine und Füße	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anstossen</li> <li>– Einklemmt werden</li> <li>– umfallende, herabfallende oder abrollende Gegenstände</li> <li>– Hineintreten in spitze oder scharfe Gegenstände, heisse Stoffe usw.</li> </ul>	Schutzschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzgamaschen
Schutz des Körpers (Rumpfes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mechanische Einwirkungen</li> <li>– Erfasst werden von bewegten Maschinenteilen</li> <li>– Flammen, Wärmestrahlung, heisse Gase oder Dämpfe</li> <li>– Kälte, Nässe</li> <li>– elektrische Energie</li> <li>– Strahlung</li> </ul>	Schutzanzüge, Schutzwesten, Schutzschürzen, Schutzmäntel
Schutz der Atemwege	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gesundheitsgefährdende Gase, Dämpfe, Rauche oder Stäube</li> <li>– Sauerstoffmangel (in Behältern)</li> </ul>	Filtergeräte, Schlauchgeräte, Atemschutzhelme, Atemschutzanzüge
Schutz gegen Absturz (bei Montagearbeiten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abstürzen</li> <li>– Hineinstürzen</li> </ul>	Gurte, Verbindungsmittel

## Repetition

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit



1. Welche Vorbereitungen müssen Sie für den Brandfall treffen?

Alle Arbeitsmittel (z.B. Stromquellen oder Gasflaschen müssen im Brandfall zugänglich und geeignete Kühl- und Löschmittel vorhanden sein.

2. Wer soll allfällige Reparaturen im Elektrobereich vornehmen?

Nur die zuständigen Fachpersonen

3. Zählen Sie zum untenstehenden Bild die möglichen Gefährdungen auf.

Gefährdung der Atemwege durch Rauch und Gase

Gefährdung der Augen und des Kopfes durch Strahlung

Gefährdung des Kopfes durch Spritzer

