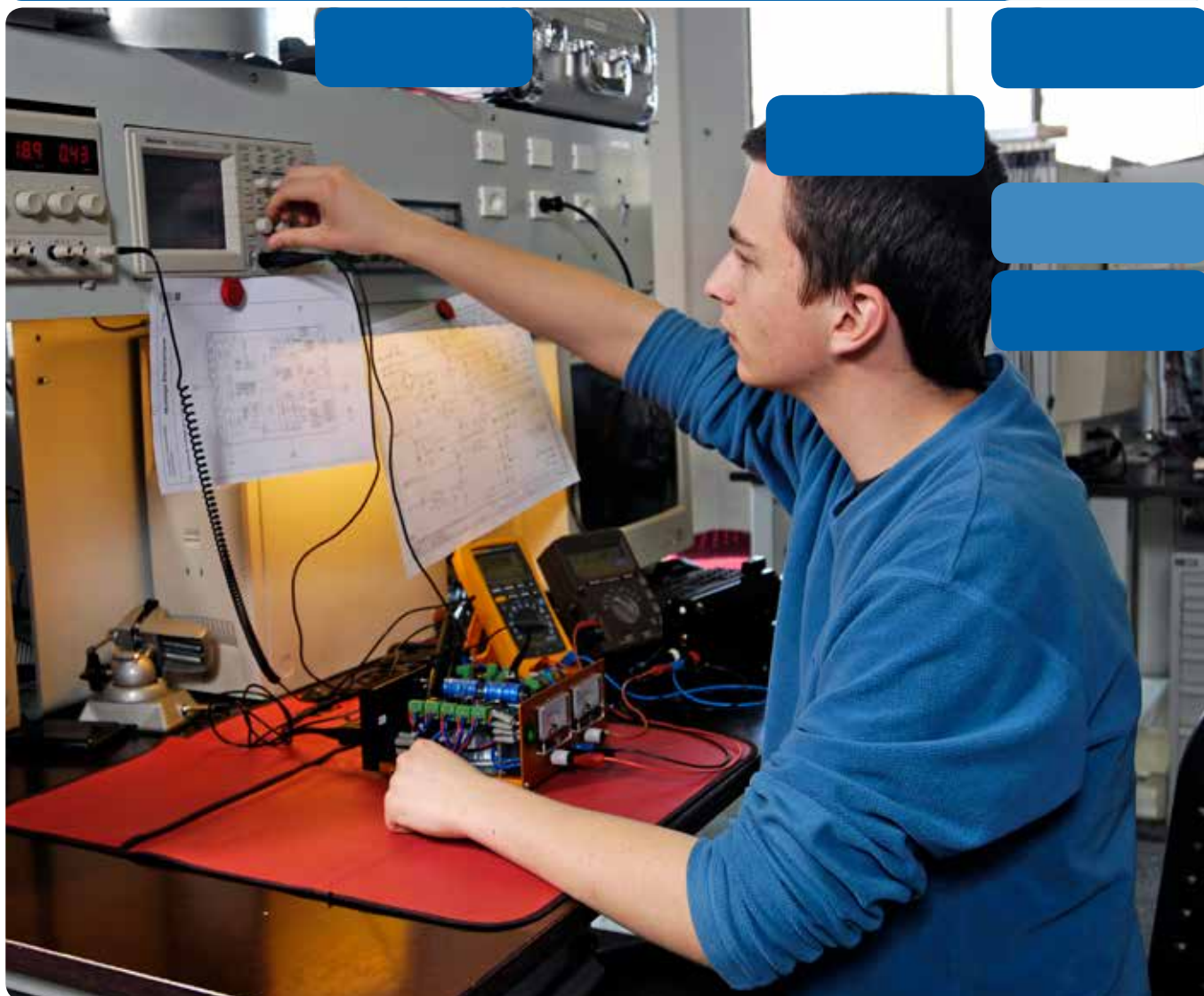


# Schaltungs- und Messtechnik

ETBK 2L



## Inhaltsverzeichnis

Elektrosicherheit	7
Messtechnik	25
Schaltungstechnik	57
Grundlagen der Inbetriebnahme und Störungsbehebung	177
Inbetriebnahme	187
Störungsbehebung	197

Herausgeberin: Edition Swissmem  
4. Auflage 2016

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.

An der Ausarbeitung dieses Lehrgangs waren beteiligt:

Benoit Christian, CPNV, Yverdon  
Bohni Beat, RUAG Schweiz AG, RUAG Aerospace, Wilderswil  
Bruderer Roland, Lernzentren LfW, Heerbrugg  
Griselli Marco, LTSI, St. Imier  
Habegger Olivier (Projektleitung), Swissmem Berufsbildung, Winterthur  
Keser Bernhard, Endress & Hauser Flowtec AG, Reinach BL  
Schell Roger, Baumer Electic AG, Frauenfeld









Für die Unterstützung mit Bildern danken wir:

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf  
Dätwyler Cables, Altdorf  
Distrelec AG, Nänikon

Mai 2016      Swissmem Berufsbildung

## Zeichenerklärung 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: <a href="http://www.swissmem-elearning.ch">www.swissmem-elearning.ch</a>

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>Elektrosicherheit</b>	<b>7</b>
<b>Erste Hilfe</b>	<b>7</b>
Massnahmen bei Elektrounfällen erklären und anwenden	7
<b>Erste Hilfe bei Elektrounfall</b>	<b>13</b>
<b>Verhütung von Elektrounfällen</b>	<b>15</b>
Massnahmen zur Verhütung von Elektrounfällen erklären und anwenden	15
<b>Messtechnik</b>	<b>25</b>
<b>Mess- und Prüfmittel</b>	<b>25</b>
Messinstrumente unterscheiden und anwenden	25
Prüfinstrumente	27
Digitale Messinstrumente	30
<b>Digital Storage Oscilloscope</b>	<b>37</b>
Messinstrumente unterscheiden und anwenden	37
Messungen mit dem Oszilloskop	43
<b>Messvorgehen und Messprotokoll</b>	<b>49</b>
Messprotokolle erstellen und auswerten	49
Messen von Wechselgrössen	53
<b>Schaltungstechnik</b>	<b>57</b>
<b>Aufbau von Laborschaltungen</b>	<b>57</b>
Einfache Schaltungen als Laborschaltungen aufbauen und anwenden	57
<b>Halbleiterbauelemente</b>	<b>65</b>
Eigenschaften von Bauelementen nennen, unterscheiden, ausmessen und protokollieren	65
Leuchtdioden	66
Optokoppler	67
Bipolare Transistoren BJT (bipolar junction transistor)	69
Fotodioden und Fototransistoren	72
Kühlung	75
MOS-Feldeffekttransistor	77
<b>Analogschaltungen</b>	<b>81</b>
Einfache Grundsaltungen austesten, Resultate protokollieren	81
RC-Schaltungen im Gleichstromkreis	82
Gleichrichterschaltungen	88
Strom-Spannungs-Kennlinie der Siliziumdiode	88
Durchlassbetrieb	88
Sperrbetrieb	88
Einweggleichrichter	89
Brückenschaltung	89
Spannungs- und Stromquellen	94
Linear geregelte Netzgeräte	100
Getaktete Netzgeräte	100
<b>Operationsverstärker</b>	<b>103</b>
Invertierender Verstärker	106
Nichtinvertierender Verstärker	109
Impedanzwandler	110
Differenzverstärker (Subtrahierer)	111
Summierverstärker	113
Schmitt-Trigger	115
Realer OP	119

## Inhaltsverzeichnis

<b>TIMER-IC</b>	<b>120</b>
<b>Schutzschaltungen</b>	<b>125</b>
Einfache Schutzschaltungen aufbauen und anwenden	125
Überstromschutz	130
Schutzmassnahmen bei Messleitungen	131
<b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	<b>133</b>
<b>Digitaltechnik</b>	<b>137</b>
Einfache Logikschaltungen aufbauen und anwenden	137
Ausgangsschaltungen	139
Grundfunktionen	142
Logikfamilien	147
Lesen eines Datenblattes	148
Kombinatorische Logik	154
Schaltalgebra	155
Karnaugh-Diagramm	156
Schaltungsanalyse	159
Schaltungssynthese	162
Sequenzielle Logik	164
<b>Grundlagen der Inbetriebnahme und Störungsbehebung</b>	<b>177</b>
<b>Definitionen</b>	<b>177</b>
Elektroniksysteme prüfen und einstellen	177
<b>Analyse der Schaltung</b>	<b>179</b>
<b>Funktionskontrolle</b>	<b>182</b>
<b>Inbetriebnahme</b>	<b>187</b>
<b>Planung</b>	<b>187</b>
Elektroniksysteme prüfen und einstellen	187
Erstinbetriebnahme einer elektronischen Schaltung	189
<b>Dokumentation</b>	<b>191</b>
Inbetriebnahmedokumentation erstellen	191
<b>Durchführung</b>	<b>195</b>
<b>Störungsbehebung</b>	<b>197</b>
<b>Systematisches Vorgehen</b>	<b>197</b>
Methoden unterscheiden und erklären	197
Störungen auffinden, beheben und protokollieren	197
Fehlersuche und Störungsbehebung	199
<b>Fehlersymptome</b>	<b>203</b>
<b>Fehlerlokalisierung</b>	<b>206</b>
Das Fehlersuchprotokoll	209

## Erste Hilfe



### Massnahmen bei Elektrounfällen erklären und anwenden

1) Wozu braucht es Vorschriften zur Arbeitssicherheit?

Um Unfälle und Berufskrankheiten zu verhüten

2) Welche gefährlichen Wirkungen hat der elektrische Strom auf den Menschen?

Muskelkrämpfe, Atemschwierigkeiten, Herzkammerflimmern, Tod, Verbrennungen bei Hochspannung

3) Welche Massnahmen treffen Sie bei einem Unfall?

Selbstschutz beachten, Verunfallten wenn nötig aus Gefahrenzone bergen, alarmieren, betreuen und behandeln

4) Zählen Sie lebensrettende Sofortmassnahmen auf.

Beatmen; Herzmassage; Bewusstlosenlagerung; Blutungen stillen; Flachlagerung bei Schock

## Erste Hilfe

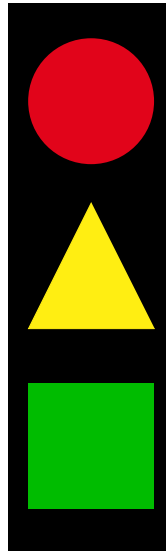
Verhalten  
bei einem Notfall

Ampelschema

**Rot: Schauen**

**Gelb: Denken**

**Grün: Handeln**



### Situation überblicken

- Was ist geschehen?
- Wer ist beteiligt?
- Wer ist betroffen?

### Gefahr erkennen

- Gefahr für Unfallopfer?
- Gefahr für Helfende?
- Gefahr für andere Personen?

### Für Sicherheit sorgen

- Nothilfe leisten
- Fachhilfe alarmieren
- ABCD-Schema anwenden

**Tipp** Das Anwenden der CPR und der Einsatz des Defibrilators wird an speziellen Kursen vermittelt. Weitere Informationen: [www.resuscitation.ch](http://www.resuscitation.ch) (= Wiederbelebung).

Notrufnummern

Sanität	144
Polizei	117
Feuerwehr	118
Luftrettung	1414
Toxzentrum	145
Internationaler Notruf	112

Meldeschema

Wo	Ort des Notfalls
Wer	Name Anrufer, Rückrufnummer
Was	Art des Notfalls
Wann	Zeitpunkt des Notfalls
Wie viele	Anzahl Verletzte
Weiteres	Gefahren...



## Erste Hilfe

### Bei Bewusstsein

Sprechen Sie die verletzte Person an oder versuchen Sie sie zu wecken, um festzustellen, ob sie bei Bewusstsein ist. Ist die verletzte Person ansprechbar, stellen Sie ihr gezielte Fragen, um die Verletzungen abzuklären. Gehen Sie dabei folgendermassen vor:

- Unfallhergang?
- Ort und Art der Schmerzen?
- Bewegungsbehinderung?
- Bewegungsunfähigkeit?
- Gefühllosigkeit?
- Bedrohliche Blutungen stillen
- Pulstätigkeit am Handgelenk messen
- Atmung beobachten

Bei fehlender oder abnormaler Atmung sofort nach dem BLS-AED-Algorithmus vorgehen. Die Lagerung der verletzten Person ist abhängig von der Art ihrer Verletzung, vor allem aber auch von ihren Wünschen.

### Bei Bewusstlosigkeit

Sprechen Sie die verletzte Person an oder versuchen Sie sie zu wecken, um festzustellen, ob sie bei Bewusstsein ist. Reagiert die verletzte Person nicht auf Ansprache oder rütteln an der Schulter, überprüfen Sie die Atmung. Falls die Person normal atmet, bringen Sie diese in die Bewusstlosenlagerung und alarmieren Sie den Rettungsdienst.



Weitere Massnahmen:

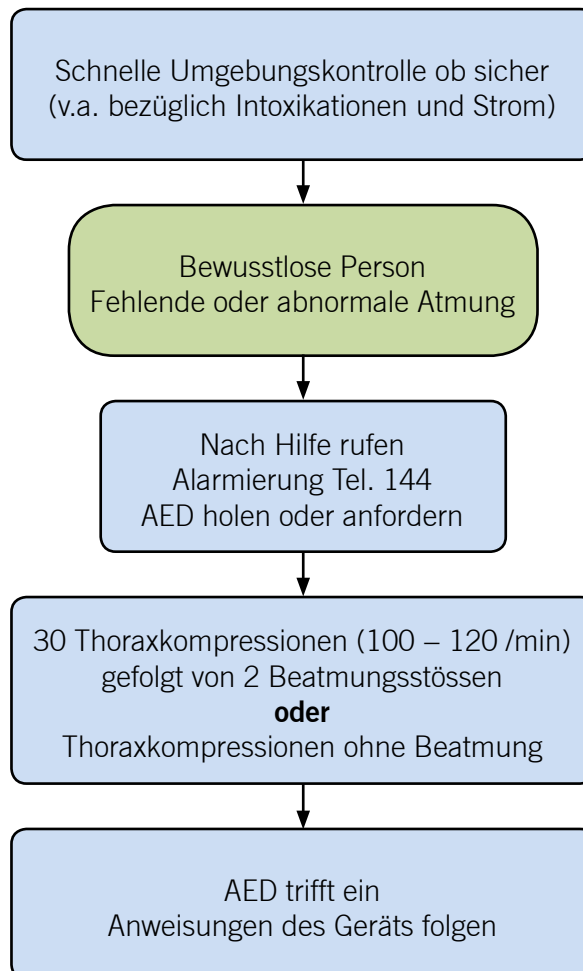
- Nichts zu trinken geben
- Einengende Kleidung öffnen (Hemdkragen, Gurt usw.)
- Brille abnehmen
- Vor Witterung schützen
- **Dauernd überwachen, vor allem die Atmung**

## Erste Hilfe

Bei Kreislaufstillstand



## BLS-AED-SRC Algorithmus 2015 nach ILCOR CoSTR\*



Achte auf:

- Thoraxkompression 5 – 6 cm bzw. 1/3 Brustkorbdurchmesser bei Kindern
- minimale Unterbrechung
- Druckpunkt in der Mitte des Brustkorbs
- Komplette Entlastung
- Beatmung: Thoraxbewegungen sichtbar!

**C = Circulation**

Die Thoraxkompressionen können grundsätzlich von jeder Person ausgeführt werden, das Training in einem speziellen Kurs wird jedoch empfohlen.

Legen Sie den Handballen in die Mitte des Brustbeines, die zweite Hand auf den ersten Handballen und komprimieren Sie mit gestreckten Armen das Brustbein 5-6cm tief. Entlasten Sie zwischen den Kompressionen vollständig. Drücken Sie mit dem Handballen, nicht mit Fingern. Die empfohlene Frequenz liegt zwischen 100-120 Kompressionen pro Minute.

**A = Atmung beurteilen, Atemwege freimachen:**

Beobachten Sie den Brustkorb, ob er sich hebt. Säubern Sie falls nötig die Mundhöhle. Ist die Atmung sichtbar?

## Erste Hilfe

### B = Beatmen

Zwei Atemstösse in die Nase oder den Mund des Leblosen geben. Wenn die Atmung behindert ist, Atemwege freimachen (Fremdkörper aus Mund entfernen)



- Mund des Verunfallten mit Daumendruck gegen die Unterlippe geschlossen halten (Mund zu Nase Beatmung) oder Nase zuhalten (Mund zu Mund Beatmung).
- 2 Beatmungsstösse in die Nase oder den Mund blasen.
- Kontrollieren, ob sich der Brustkorb deutlich hebt.
- Ein Atemstoss sollte nicht länger als 1 Sekunde dauern.

Im Wechsel: 2 Beatmungsstösse und 30 Kompressionen  
Fahren Sie weiter, bis Defibrillator oder Rettungsdienst eintrifft

Führen Sie die Herzlungen-Wiederbelebung (CPR) aus, bis Fachhilfe eintrifft im Rhythmus von 30 Thoraxkompressionen und 2 Beatmungen. Unterbrechen Sie die CPR nur, wenn sich der Patient bewegt bzw. Lebenszeichen einsetzen.

Wenn Lebenszeichen einsetzen, kontrollieren Sie, ob der Betroffene ansprechbar ist und normal atmet. Falls eine normale Atmung vorhanden ist, legen Sie die Person in die Bewusstlosenlagerung und überprüfen Sie die Atmung regelmässig.

### D = Defibrillator einsetzen

Bei vorhandenem AED (Automatischer Externer Defibrillator) diesen einschalten, und die gesprochenen Anweisungen des Geräts verfolgen.

## Erste Hilfe



Verbrennungen

### Erste Hilfe bei Verbrennungen, Blutungen und Schock

**Alle Verletzungen im Gesicht und über Gelenken müssen vom Arzt behandelt werden.**

#### Sofortmassnahme: Kühlen

**Alle** Brandwunden **so rasch wie möglich** während **20 Minuten** mit kühlem Wasser (ca. 20°C) kühlen. Rettungsdienst alarmieren.

Durch den Arzt zu behandeln sind:

- Grossflächige Rötungen der Haut mit Fieber und Unwohlsein (Verbrennung 1. Grades).
- Verbrennungen mit Blasenbildung, falls die betroffene Stelle grösser als zwei Handflächen des Verunfallten sind (Verbrennung 2. Grades).
- Verbrennungen, bei denen das Gewebe verkohlt oder verschorft ist (Verbrennung 3. Grades).
- Alle Verbrennungen im Gesicht und über Gelenken.

Blutungen

#### Sofortmassnahme: Druckverband direkt auf die Wunde

**Arterielle Blutung** (helles Blut, pulsierendes Ausströmen)

- Verletzten Körperteil hochhalten.
- Druckverband direkt auf der Wunde anlegen, evt. zweiten Druckverband darüber
- Falls Blutung anhält, herzwärts der Wunde mit breitem Gegenstand abbinden (Gurt, Halstuch...)
- Rettungsdienst alarmieren.

**Venöse Blutung** (dunkles Blut, gleichmässiges Ausströmen)

- Verletzten Körperteil hochhalten.
- Druckverband direkt auf der Wunde anlegen.
- Rettungsdienst alarmieren.

Schock

**Ursachen** (Beispiele)

- Grosser Blutverlust
- Ausgedehnte Verbrennungen
- Herzversagen
- Allergien

**Anzeichen**

- Rascher, schwacher Puls (über 100 Schläge pro Minute).
- Blasses Gesicht und kühle Haut.
- Teilnahmslos oder unruhig bis erregt.

#### Sofortmassnahme: Flachlagerung

- Rettungsdienst alarmieren.

**Weitere Massnahmen**

- Bei eintretender Bewusstlosigkeit Bewusstlosenlagerung vornehmen.
- Unnötige Bewegungen vermeiden.
- Patient überwachen.