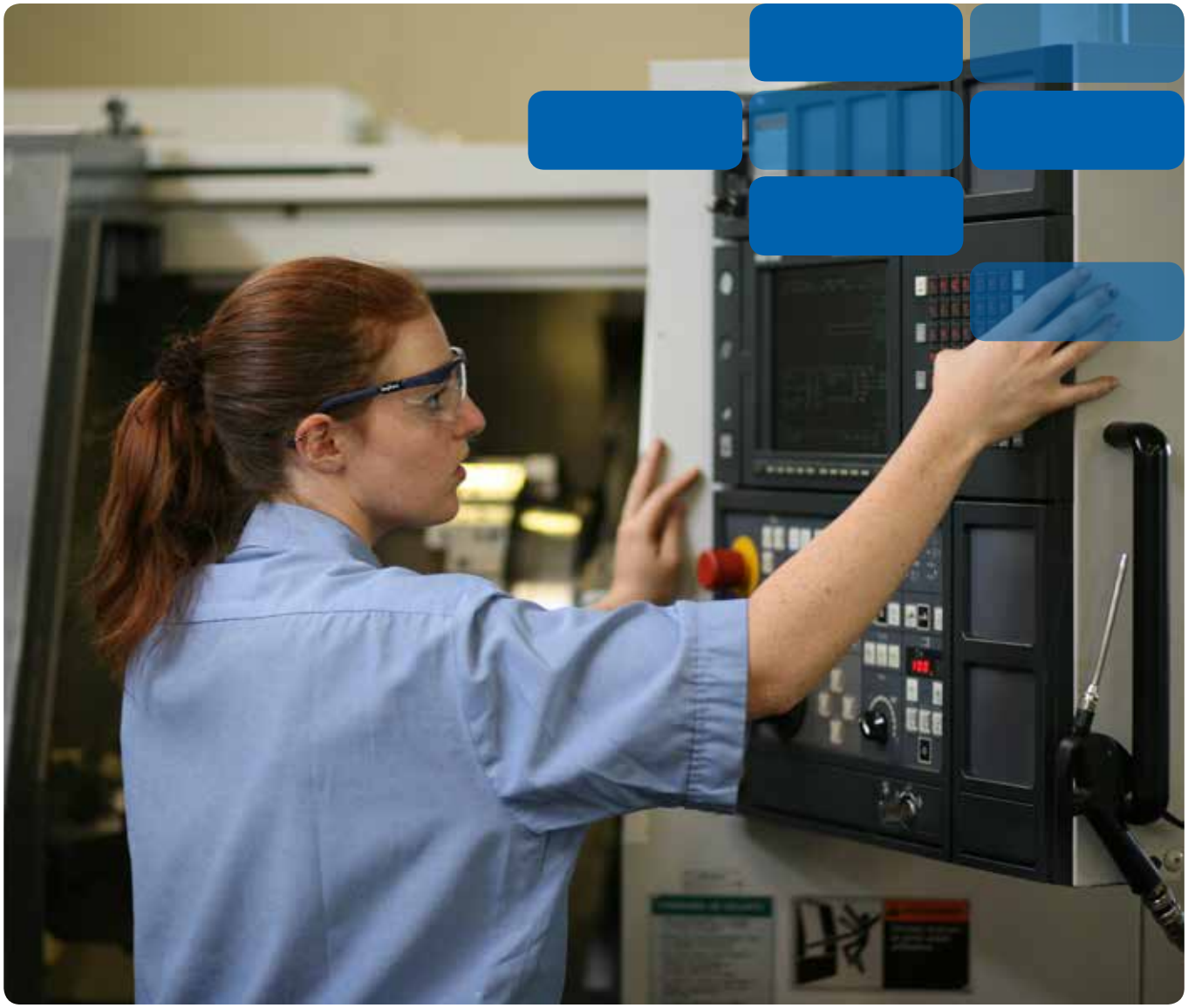
Produktionstechnik

KRBK 4L



1. Arbeitssicherheit zur Produktionstechnik 9
2. Arbeitsvorbereitung 13
3. Werkstückfertigung 23
4. Werkstückprüfung 133

EDITION SWISSMEM

SWISSMEM Berufsbildung

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
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.

Vorwort

Der Lehrgang «Produktionstechnik» vermittelt die Grundlagen, die Konstrukteurinnen und Konstrukteure für ihre berufliche Tätigkeit benötigen.
Ergänzt wird der Lehrgang mit der Ausgabe für den Berufsbildner. Darin sind methodische und didaktische Hinweise sowie die Lösungen der Übungen enthalten. Zusätzlich wird online eine Auswahl an weiteren Übungen angeboten, welche der Berufsbildner je nach Bedarf einsetzen kann.
Auf Basis der «Fünfjahresüberprüfung» der Berufsreform 2009 und des aktuellen Normenauszugs 2014, wurde diese Auflage neu überarbeitet. Auch wurden zusätzlich Elemente der geometrischen Tolerierung berücksichtigt. Betroffen davon ist nicht nur der Theorieteil, sondern auch der Übungsteil, in dem praktische Übungen für den Lernenden enthalten sind.
Gleichzeitig wurden bei den entsprechenden Themen Querverweise ergänzt, die auf die dritte Ebene des Kompetenzen-Ressourcen-Katalogs referenzieren. Das Layout wurde auch überarbeitet.
Über QR-Codes können neu Web-Seiten oder Applikationen gestartet werden.

Die Vermittlung der verschiedenen Themen ist in drei Schritte gegliedert:
1. Aktivierung
2. Theorie/Übungen
3. Repetition

Der Lehrgang entspricht dem Stand der Technik und den aktuellen Normen.

Februar 2016 Swissmem Berufsbildung

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

Projektleitung
Joachim Pérez, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Fischer Markus, Ausbildungszentrum der Stiftung azb, Strengelbach
Gnos Robert, Rieter AG, Winterthur
Huwiler Martin, BERUF ZUG, Zug
Illic Milovan, BOBST, Lausanne
Jungo Roger, FRIMECA Berufsbildung, Fribourg
Kellenberger Sven, Bühler AG, Uzwil
Müller Enrico, Ferag AG, Hinwil
Spahr Hans-Ulrich
Tschudi Willi, Swissmem Berufsbildung, Winterthur
Ucukalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen
van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum Au, Au
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:
Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau
Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf
DMG Schweiz AG, Dübendorf
Dr. Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, D-Konstanz
Gressel AG, Aadorf
Fehlmann AG, Seon
Fischer Precise Management AG, Herzogenbuchsee
Konrad Ing. Büro, D-Bretten
L. Kellenberger + Co. AG, St. Gallen
Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas
SandviK AG, Luzern
Winterthur Schleiftechnik AG, Winterthur
Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-Schorndorf

Inhaltsverzeichnis

1. Arbeitssicherheit zur Produktionstechnik

1.1	**Vorschriften zur Arbeitssicherheit**	**9**
1.1.0	Aktivierungsfragen	9
1.1.1	Gefahrenschilder	10
1.1.2	Repetitionsfragen	12

2. Arbeitsvorbereitung

2.1	**Arbeitsauftrag und Arbeitsplan**	**13**
2.1.0	Aktivierungsfragen	13
2.1.1	Arbeitsplan (Operationsplan)	15
2.1.2	Arbeitsplanung	17
2.1.3	Übungsaufgaben	19
2.1.4	Repetitionsfragen	21

3. Werkstückfertigung

3.1	**Kühl- und Schmierstoffe**	**23**
3.1.0	Aktivierungsfragen	23
3.1.1	Aufgaben der Kühl- und Schmierstoffe	24
3.1.2	Arten der Kühl- und Schmierstoffe	24
3.1.3	Pflege der Kühlschmierstoffe	27
3.1.4	Repetitionsfragen	28
3.2	**Anreissen, Körnen, Beschriften**	**29**
3.2.0	Aktivierungsfragen	29
3.2.1	Anreissen	30
3.2.2	Körnen	31
3.2.3	Beschriften	31
3.2.4	Übungsaufgaben	32
3.2.5	Repetitionsfragen	33
3.3	**Sägen, Feilen, Entgraten**	**35**
3.3.0	Aktivierungsfragen	35
3.3.1	Sägen	36
3.3.2	Feilen	37
3.3.3	Entgraten	40
3.3.4	Repetitionsfragen	41
3.4	**Spannen der Werkzeuge und Werkstücke**	**43**
3.4.0	Aktivierungsfragen	43
3.4.1	Spannen der Werkzeuge	44
3.4.2	Spannen der Werkstücke	45
3.4.3	Repetitionsfragen	47
3.5	**Bohren**	**49**
3.5.0	Aktivierungsfragen	49
3.5.1	Bohren	50
3.5.2	Bohr- und Senkwerkzeuge	50
3.5.3	Spiralbohrer	51
3.5.4	Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl beim Bohren	53
3.5.5	Vorschub	54
3.5.6	Arbeitssicherheit beim Bohren	55
3.5.7	Übungsaufgaben	56
3.5.8	Repetitionsfragen	57
3.6	**Gewinde herstellen**	**59**
3.6.0	Aktivierungsfragen	59
3.6.1	Gewindebohren von Hand (Innengewinde)	60
3.6.2	Gewindeschneiden von Hand (Aussengewinde)	62
3.6.3	Übungsaufgaben	63
3.6.4	Repetitionsfragen	64

Inhaltsverzeichnis

3.7 Technologiedaten «Drehen» 65
3.7.0 Aktivierungsfragen 65
3.7.1 Schnittgeschwindigkeit 66
3.7.2 Repetitionsfragen 68
3.8 Drehwerkzeuge und Spannmittel einsetzen 71
3.8.0 Aktivierungsfragen 71
3.8.1 Einteilung der Drehverfahren 72
3.8.2 Drehwerkzeuge 74
3.8.3 Schneidenart und Schneidstoffe 77
3.8.4 Kennzeichnung von Drehstählen 79
3.8.5 Spannen der Werkstücke beim Drehen 81
3.8.6 Einspannen der Drehwerkzeuge 87
3.8.7 Repetitionsfragen 89
3.9 Werkstücke drehen 91
3.9.0 Aktivierungsfragen 91
3.9.1 Arbeitssicherheit beim Drehen 93
3.9.2 Plandrehen 94
3.9.3 Längsdrehen 96
3.9.4 Stufen drehen 97
3.9.5 Facetten drehen 97
3.9.6 Zentrieren 98
3.9.7 Einstiche 99
3.9.8 Freistiche 99
3.9.9 Gewindefreistiche 100
3.9.10 Übungsaufgaben 101
3.9.11 Repetitionsfragen 102
3.10 Technologiedaten «Fräsen» 105
3.10.0 Aktivierungsfragen 105
3.10.1 Schnittgeschwindigkeit 107
3.10.2 Drehzahl 108
3.10.3 Repetitionsfragen 109
3.11 Fräswerkzeuge und Spannmittel einsetzen 111
3.11.0 Aktivierungsfragen 111
3.11.1 Einteilung der Fräsverfahren 112
3.11.2 Fräserarten 114
3.11.3 Spannmittel für das Fräsen 118
3.11.4 Repetitionsfragen 122
3.12 Werkstücke fräsen 125
3.12.0 Aktivierungsfragen 125
3.12.1 Arbeitssicherheit beim Fräsen 126
3.12.2 Stirnfräsen 127
3.12.3 Umfangsfräsen 127
3.12.4 Winkliges Fräsen eines Quaders 128
3.12.5 Stirn-Umfangsfräsen 129
3.12.6 Taschen fräsen 129
3.12.7 Nuten fräsen 130
3.12.8 Übungsaufgaben 131
3.12.9 Repetitionsfragen 132

Inhaltsverzeichnis

4. Werkstückprüfung

4.1	**Messgeräte**	**133**
4.1.0	Aktivierungsfragen	133
4.1.1	Prüfen der Messgeräte	134
4.1.2	Einteilung der Messgeräte	134
4.1.3	Messabweichungen	136
4.1.4	Parallaxe	138
4.1.5	Nonius	138
4.1.6	Massablesung	139
4.1.7	Massstab	140
4.1.8	Messschieber	140
4.1.9	Universalwinkelmesser	141
4.1.10	Messuhren	142
4.1.11	Fühlhebelmessgerät	143
4.1.12	Messschrauben	145
4.1.13	Bügelmessschraube (Aussenmikrometer)	146
4.1.14	Tiefenmessschraube (Tiefenmikrometer)	147
4.1.15	Innenmessschraube (Innenmikrometer)	148
4.1.16	Endmasssätze	149
4.1.17	Optische Messgeräte	150
4.1.18	Zusammenfassung der Messgeräte	151
4.1.19	Übungsaufgaben	152
4.1.20	Repetitionsfragen	155
4.2	**Lehren**	**157**
4.2.0	Aktivierungsfragen	157
4.2.1	Lehren	158
4.2.2	Formlehren	158
4.2.3	Masslehren	158
4.2.4	Grenzlehren	159
4.2.5	Haarwinkel und Haarlineal	161
4.2.6	Grenzrachenlehren	161
4.2.7	Gewindeschablone	162
4.2.8	Gewinde-Lehrring	163
4.2.9	Gewinde-Grenzrachenlehre	163
4.2.10	Repetitionsfragen	164
4.3	**Geometrische Toleranzen, Oberflächenrauheit**	**165**
4.3.0	Aktivierungsfragen	165
4.3.1	Prüfen der Rechtwinkligkeit	166
4.3.2	Prüfen der Parallelität	167
4.3.3	Prüfen der Ebenheit	167
4.3.4	Prüfen des Rundlaufs radial	168
4.3.5	Prüfen des Rundlaufs axial	169
4.3.6	Prüfen von Rundheit und Koaxialität	169
4.3.7	Prüfen der Symmetrie	170
4.3.8	Gestaltabweichungen	171
4.3.9	Oberflächenvergleich	171
4.3.10	Rauheitsmessgerät	172
4.3.11	Übungsaufgaben	173
4.3.12	Repetitionsfragen	174

Zeichenerklärungen/ 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 (schreiben, skizzieren, mit Hilfe des CAD usw.)

Lernziele

Wichtige Hinweise

Informationen

QR-Codes: Verlinkung zu Webseiten

Hinweis auf KoRe-Ebene

KORE 1.1.4

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

Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang «Produktionstechnik» ist in Module, sogenannte Ausbildungseinheiten, unterteilt. Dabei ist zu erwähnen, dass der **Normen-Auszug** und **weitere Fachliteratur** Bestandteil des Lehrganges ist.

Diese Ausbildungseinheiten sind inhaltlich folgendermassen aufgebaut:

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

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

Übungen
Im Übungsteil sind verschiedene Aufgaben zu lösen, die im Theorieteil behandelt wurden.

Repetition
Als Abschluss jeder Ausbildungseinheit sind diverse Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen zur Festigung des Lernstoffes und als Kontrolle für die Lernenden bzw. Berufsbildner.

In der Titelleiste ist jeweils angegeben, in welchem Teil der Ausbildungseinheit Sie sich befinden.

Ressourceneffizienz in der Produktherstellung

Seit Jahren steigen die Preise für Material und Energie stark an. Ressourceneffizientes Handeln wird deshalb immer wichtiger. Bei den heute knapp verfügbaren Ressourcen sind Nachhaltigkeit und der überlegte Umgang mit den in der Produktion eingesetzten Materialien und der verwendeten Energie ein sehr wichtiges Thema.

Ressourceneffizienz ist das Verhältnis von erzeugten Produkten und eingesetzten Ressourcen.

Dies kann folgendermassen erreicht werden:
Minimums-Prinzip
Den gleichen Produktionslevel mit kleinerem Ressourceneinsatz erreichen.
Maximums- Prinzip
Mit gleichbleibendem Ressourceneinsatz den Produktionslevel erhöhen.

Bei der Produktherstellung sind nachfolgende Punkte zur Ressourceneffizienz zu berücksichtigen.
Umwelt- und Arbeitssicherheit zur Produktionstechnik:
– Vorschriften und Standards zum Umweltschutz in der Produktionstechnik einhalten
– Ökologische Material- und Produktnormen und -richtlinien (z.B. Ökodesign Richtlinie der EU 2009/125/EG) anwenden

Werkstückfertigung:
– Werkstoffe im Herstellungsprozess ressourcen- und umweltschonend einsetzen
– Geräte, Werkstoffe, Chemikalien und Gifte fach- und umweltgerecht anwenden, wiederverwerten und entsorgen
– Betriebsinterne Vorgaben zum Umweltmanagement (z.B. EMAS, ISO 14001 u.a.) anwenden
– Technologiedaten für energie- und materialeffiziente Werkstoffe und Fertigungstechniken sowie zu erneuerbaren Energiequellen nachschlagen



Es soll auf die Recyclingfähigkeit der zu verwendeten Materialien geachtet werden. Material- sowie Energieverschwendungen sind zu ermitteln und zu minimieren.



Überlegen Sie sich, wie Sie in Ihrem Einflussbereich weitere Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen umsetzen können.

1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit

– Vorschriften zur Arbeitssicherheit der Produktionsstechnik einhalten

KORE 4.1.1

1.1.0 Aktivierungsfragen

1.1.0.1 Welche Schutzmassnahmen zur Arbeitssicherheit kennen Sie?

Schutzbrille, Sicherheitsschuhe, Gehörschutz

1.1.0.2 Dürfen Sie mit Maschinen arbeiten, an denen Sie noch nicht instruiert wurden?

Nein, Instruktion durch Berufsbildner oder ÜK-Leiter notwendig

1.1.0.3 Wie verhalten Sie sich in einem Brandfall?

Feuerwehr alarmieren (Telefon 118), retten, alle Türen und Fenster schliessen,
Feuerwehr einweisen, löschen

1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit

1.1.1 Gefahrenschilder

1.1.1.1 Notieren Sie die Bedeutung zu den folgenden Zeichen. Nennen Sie Betriebsbereiche, in denen sie angebracht sind.



Tragpflicht für Schutzbrille; bei allen Arbeiten in der mechanischen Werkstatt, z.B. an Ständerbohrmaschine, bei Reinigungsarbeiten, Arbeiten mit Flüssigkeiten, Pressluft, beim Kleben



Tragpflicht für Gehörschutz; bei grossem Lärm erzeugenden Arbeiten, Arbeiten mit Stichsäge an Blechen



Tragpflicht für Sicherheitsschuhe; Werkstatt- und Montage-abteilungen, mechanische Fertigungstechnik



Feuerverbot; Kleberaum, entzündbare Lösungsmitteldämpfe



Feuergefährliche Stoffe; Öllager, Reinigungsmittel wie Aceton, Lösungsmittel



Fussgängerverbot; Hochregallager, automatisierte Anlagen



Gefährliche Spannung; Elektroverteilkästen, Steuerschränke an Maschinen, Prüfplätze von Steuerungen



Fluchtweg mit Richtungspfeil; alle Arbeitsräume, Notausgang



Sanitätszimmer; Sanitätsmaterial-Depot, im Eingangsbereich der Firma, Sanitätsbox in der Abteilung

1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit

1.1.1.2 Notieren Sie, wie und wo an Ihrem Arbeitsplatz Sanität und Feuerwehr alarmiert werden.

Sanität / Feuerwehr: Alarmierung gemäss Angaben auf dem Anschlagbrett, Alarmtaste, Telefon-Nr. 144, 118, 145

Arbeiten Sie dazu die online verfügbaren Dokumente dieses Lehrganges (Ausbildnerausgabe), sowie die im Register «Ressourcen der Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz, Umweltschutz/der Ressourceneffizienz» des Lehrganges «b.1. Fertigungsunterlagen erstellen» vollständig durch.

1.1.1.3 Nennen Sie die Schutzmassnahmen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz, die in Ihrem Betrieb vermittelt wurden. Welche zusätzlichen Vorkehrungen gelten am ÜK-Arbeitsplatz?

Repetition der Ressourcen «Vorschriften zur Arbeitssicherheit der mechanischen Fertigungstechnik einhalten»

Mängel an Geräten und Maschinen, wie zum Beispiel lose Kabel, sind sofort dem Ausbildner zu melden.

Tipp:
Der ÜK-Leiter weist auf zusätzliche wichtige Vorschriften hin.

1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit

1.1.2 Repetitionsfragen

1.1.2.1 Bei welchen Arbeiten in der mechanischen Werkstatt ist das Tragen der Schutzbrille obligatorisch?

Beim Arbeiten mit Bohrmaschinen, beim Bearbeiten von Werkstücken, bei Reinigungsarbeiten, beim Arbeiten mit Flüssigkeiten, beim Kleben

1.1.2.2 Welche Massnahmen ergreifen Sie bei einem Unfall?

1. Gefahrenstelle absichern
2. Alarmieren (Telefon 144)
3. Erste Hilfe (**A**temwege, **B**eatmung, **C**irkulation, **D**efibrillation)
4. Sanität einweisen

1.1.2.3 Wie sind Sie versichert, wenn trotz aller Schutzmassnahmen ein Unfall passiert?

Durch die für Angestellte obligatorische Unfallversicherung ihres Betriebs (SUVA) oder ÜK-Zenters, durch freiwillige Zusatzversicherungen Ihres Betriebs