

Techniques d'usinage

KRBK 4L f



1. Sécurité au travail relative aux techniques d'usinage	9
2. Préparation du travail	13
3. Usinage des pièces	23
4. Contrôle des pièces	133

Editeur: Editions Swissmem
4^e édition 2016

Commandes:
Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

Téléphone service d'expédition 052 260 55 55
Fax service d'expédition 052 260 55 59

www.swissmem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch

Copyright texte, dessins et graphisme:
© by Swissmem, Zurich

Tous droits réservés, Cet ouvrage et ses différentes parties sont protégés par des droits d'auteur. Toute utilisation autre que celles prévues par la loi doit faire l'objet d'une autorisation écrite de la part de l'éditeur.

Avant-propos

Le guide méthodique «Techniques d'usinage» dispense les bases dont les dessinatrices-constructrices industrielles et les dessinateurs-constructeurs industriels CFC doivent disposer pour exercer leur activité professionnelle.

Ce guide méthodique est complété avec l'édition pour les formatrices et les formateurs. Celle-ci contient des informations méthodiques et didactiques ainsi que les solutions des exercices. De plus, une sélection d'exercices supplémentaires est proposé en ligne que le formateur ou la formatrice peuvent utiliser en fonction des besoins.

La présente édition a été révisée sur la base de «l'examen quinquennal» de la réforme 2009 des professions et de l'actuel extrait de normes 2014 et le contenu du tolérancement géométrique dans le domaine des tolérances de forme et de position complété. Cette actualisation ne se limite pas à la partie théorique, elle concerne également divers projets et la partie contenant les exercices pratiques destinés aux apprentis.

Parallèlement, les différents thèmes ont été complétés par des renvois se référant au troisième niveau du catalogue des compétences et ressources. La mise en page a également été mise au goût du jour.

Les codes QR permettent d'accéder à de nouvelles pages web ou démarrer des applications.

L'enseignement des différents thèmes est structuré en trois étapes:

1. Activation
2. Théorie/Exercices
3. Révision

Mai 2016 Swissmem formation professionnelle

Ont participé à l'élaboration de ce matériel pédagogique:

Direction du projet

Pérez Joachim, chef de projet, Swissmem formation professionnelle, 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, Ypsomed AG, Burgdorf
 Tschudi Willi, Swissmem Berufsbildung, Winterthur
 Ucakalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen
 van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
 Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum Au, Au
 Baur Daniel, Swissmem formation professionnelle, Winterthur

Nous remercions toute l'équipe pour son excellent soutien technique et pour la qualité de sa collaboration.

Pour leur soutien en matière d'images et de contenus, nous remercions:

Blaser Swissslube AG, Hasle-Rüegsau
 Brüttsch/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

Table des matières

1. Sécurité au travail relative aux techniques d'usinage

1.1	Prescriptions concernant la sécurité au travail	9
1.1.0	Questions d'activation des connaissances	9
1.1.1	Panneau de danger	10
1.1.2	Questions de révision	12

2. Préparation du travail

2.1	Ordre d'exécution et plan des opérations	13
2.1.0	Questions d'activation des connaissances	13
2.1.1	Plan de travail (plan d'opération)	15
2.1.2	Planification du travail	17
2.1.3	Exercices	19
2.1.4	Questions de révision	21

3. Usinage des pièces

3.1	Réfrigérants et lubrifiants	23
3.1.0	Questions d'activation des connaissances	23
3.1.1	Propriétés requises des lubrifiants et réfrigérants	24
3.1.2	Type de réfrigérants et de lubrifiants	24
3.1.3	Entretien	27
3.1.4	Questions de révision	28
3.2	Traçage, pointage, marquage	29
3.2.0	Questions d'activation des connaissances	29
3.2.1	Traçage	30
3.2.2	Pointage	31
3.2.3	Marquage	31
3.2.4	Exercices	32
3.2.5	Questions de révision	33
3.3	Sciage, limage, ébavurage	35
3.3.0	Questions d'activation des connaissances	35
3.3.1	Sciage	36
3.3.2	Limage	37
3.3.3	Ebavurage	40
3.3.4	Questions de révision	41
3.4	Serrage des outils et des pièces	43
3.4.0	Questions d'activation des connaissances	43
3.4.1	Serrage des outils	44
3.4.2	Serrage des pièces	45
3.5	Perçage	49
3.5.0	Questions d'activation des connaissances	49
3.5.1	Perçage	50
3.5.2	Outils de perçage et de lamage	50
3.5.3	Foret hélicoïdal	51
3.5.4	Vitesse de coupe et fréquence de rotation lors du perçage	53
3.5.5	Avance	54
3.5.6	La sécurité au travail lors du perçage	55
3.5.7	Exercices	56
3.5.8	Questions de révision	57
3.6	Production de filetage	59
3.6.0	Questions d'activation des connaissances	59
3.6.1	Taraudage à la main (filetage intérieur)	60
3.6.2	Filetage à la main (usinage de filetages ext.)	62
3.6.3	Exercices	63
3.6.4	Questions de révision	64

Table des matières

3.7	Technologie de tournage	65
3.7.0	Questions d'activation des connaissances	65
3.7.1	Vitesse de coupe	66
3.7.2	Questions de révision	68
3.8	Utilisation des outils de tournage et des dispositifs d'ablocage	71
3.8.0	Questions d'activation des connaissances	71
3.8.1	Décomposition du processus de tournage	72
3.8.2	Outils de tournage	74
3.8.3	Types de coupe et matériaux de coupe	77
3.8.4	Désignation des outils de tournage	79
3.8.5	Ablocage des pièces à tourner	81
3.8.6	Fixation des outils	87
3.8.7	Questions de révision	89
3.9	Tournage des pièces	91
3.9.0	Questions d'activation des connaissances	91
3.9.1	La sécurité au travail lors du tournage	93
3.9.2	Dressage au tour	94
3.9.3	Chariotage	96
3.9.4	Tournage en gradins	97
3.9.5	Chanfreinage	97
3.9.6	Centrage	98
3.9.7	Saignées	99
3.9.8	Gorges de dégagement	99
3.9.9	Gorges de dégagement pour filetage	100
3.9.10	Exercices	101
3.9.11	Questions de révision	102
3.10	Technologie de fraisage	105
3.10.0	Questions d'activation des connaissances	105
3.10.1	Vitesse de coupe	107
3.10.2	Vitesse de rotation	108
3.10.3	Questions de révision	109
3.11	Utilisation des outils de fraisage et des dispositifs d'ablocage	111
3.11.0	Questions d'activation des connaissances	111
3.11.1	Classification des processus de fraisage	112
3.11.2	Types de fraises	114
3.11.3	Moyens de serrage pour le fraisage	118
3.11.4	Questions de révision	122
3.12	Fraisage de pièces	125
3.12.0	Questions d'activation des connaissances	125
3.12.1	La sécurité au travail lors du fraisage	126
3.12.2	Fraisage de face	127
3.12.3	Fraisage de profil	127
3.12.4	Fraisage perpendiculaire d'un parallélépipède	128
3.12.5	Fraisage combiné	129
3.12.6	Fraisage de poches	129
3.12.7	Rainurage	130
3.12.8	Exercices	131
3.12.9	Questions de révision	132

Table des matières

4. Contrôle des pièces

4.1	Instruments de mesure	133
4.1.0	Questions d'activation des connaissances	133
4.1.1	Contrôle	134
4.1.2	Classification	134
4.1.3	Ecart de mesure	136
4.1.4	Parallaxe	138
4.1.5	Vernier	138
4.1.6	Lecture de la cote	139
4.1.7	Règles	140
4.1.8	Pied à coulisse	140
4.1.9	Rapporteur d'angle universel	141
4.1.10	Comparateurs à cadran	142
4.1.11	Comparateur à palpeur	143
4.1.12	Micromètre	145
4.1.13	Micromètre (micromètre d'extérieur)	146
4.1.14	Micromètre de profondeur	147
4.1.15	Micromètre d'intérieur	148
4.1.16	Jeux complets	149
4.1.17	Instruments de mesure optique	150
4.1.18	Sommaire des Instruments de mesure	151
4.1.19	Exercices	152
4.1.20	Questions de révision	155
4.2	Jauges	157
4.2.0	Questions d'activation des connaissances	157
4.2.1	Jaugeage	158
4.2.2	Jauges de forme	158
4.2.3	Jauges de mesure	158
4.2.4	Jauges à limites	159
4.2.5	Equerre et règle de précision	161
4.2.6	Jauge fourche	161
4.2.7	Jauge à filet	162
4.2.8	Bague de contrôle pour filetage	163
4.2.9	Jauge fourche pour filetage	163
4.2.10	Questions de révision	164
4.3	Tolérances géométriques, rugosité de surface	165
4.3.0	Questions d'activation des connaissances	165
4.3.1	Contrôle de la perpendicularité	166
4.3.2	Contrôle du parallélisme	167
4.3.3	Contrôle de la planéité	167
4.3.4	Contrôle du battement radial	168
4.3.5	Contrôle du battement axial	169
4.3.6	Contrôle de la circularité et de la coaxialité	169
4.3.7	Contrôle de la symétrie	170
4.3.8	Ecart de forme	171
4.3.9	Comparaison de surfaces	171
4.3.10	Instrument de mesure de la rugosité	172
4.3.11	Exercices	173
4.3.12	Questions de révision	174

Explication des signes/Structure du contenu

Explication des signes



Solution adéquate, dans le sens de l'optimisation d'un produit.



Option utilisable. Il y a sûrement de meilleures solutions.



Solution inadéquate. Identifiez les points faibles et cherchez une meilleure solution.



Utilisez les outils les mieux appropriés pour résoudre ce problème (texte, croquis, CAO/DAO, etc.)



Objectifs de formation



Remarque importante



Informations



Codes QR: liens vers les pages web



Renvoi vers le niveau CoRe

Notez ici les informations pertinentes, comme les normes nationales ou internationales, les normes de l'entreprise, les titres des ouvrages spécialisés, les modes d'emploi, etc.

Structure du contenu

Le guide méthodique «Techniques d'usinage» est divisé en modules, appelés unités d'enseignement. On notera que l'extrait de normes fait partie du guide méthodique. Pour répondre aux questions d'activation et de révision des connaissances, des ouvrages spécialisés peuvent être consultés.

Ces unités d'enseignement sont structurées de la manière suivante:

Activation

Chaque unité d'enseignement commence par des questions d'activation des connaissances antérieures permettant de contrôler votre niveau de connaissances actuel.

Théorie

Cette partie contient en plus de la théorie des questions et/ou des exercices.

Exercices

Dans la partie exercices, différents problèmes relatifs à la partie théorique sont proposés.

Révision

En conclusion de chaque unité d'enseignement, différentes questions de révision sont proposées. Elles servent à consolider les connaissances et permettent aux apprentis ou aux formateurs de contrôler l'acquisition des ressources.

Le bandeau de titre vous rappelle dans quelle partie de l'unité d'enseignement vous vous trouvez.

Efficiency des ressources dans la fabrication de produits

Ces dernières années, les coûts de matériel et d'énergie ne cessent d'augmenter. Dans ce contexte, une gestion et une exploitation efficaces des ressources deviennent toujours plus importantes. Compte tenu de la raréfaction croissante des ressources, le développement durable et une gestion réfléchie des matières et de l'énergie utilisées dans la production représentent un sujet de la plus haute importance.

L'efficacité des ressources exprime le rapport entre les produits fabriqués et des ressources mises en oeuvre.

Il existe deux méthodes pour y parvenir:

Le principe du minimum

Maintenir le niveau de production en utilisant moins de ressources.

Le principe du maximum

Augmenter le niveau de production avec une même quantité de ressources.

Lors de la fabrication d'un produit, les aspects suivants en matière d'efficacité des ressources doivent être pris en compte.

Sécurité au travail et protection de l'environnement dans les techniques de production:

- Respecter les prescriptions et les normes de protection de l'environnement dans la technique de production
- Appliquer les normes et directives écologiques relatives aux matériaux et aux produits (par ex. la directive européenne en matière d'écoconception 2009/125/CE)

Fabrication des pièces:

- Lors du processus de fabrication, utiliser les matériaux de manière respectueuse des ressources et de l'environnement
- Utiliser, réutiliser et récupérer les appareils, les matériaux ainsi que les produits chimiques et toxiques de manière appropriée et respectueuse de l'environnement
- Appliquer les normes internes de management environnemental (par ex. SMEA, ISO 14001, etc.)
- Rechercher les données techniques relatives aux matériaux et aux techniques de fabrication ainsi qu'aux sources d'énergie renouvelable



Il faut tenir compte de la recyclabilité des matières à mettre en oeuvre. Le gaspillage en matériel et énergie doit être déterminé et minimisé.



Réfléchissez par quelles autres mesures vous pouvez, dans votre domaine d'influence, accroître l'efficacité des ressources dans votre entreprise.

1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail



– Respecter les prescriptions concernant la sécurité au travail relative aux techniques d'usinage



1.1.0 Questions d'activation des connaissances

1.1.0.1 Quelles mesures de protection connaissez-vous dans la sécurité au travail?

Lunettes de protection, chaussures de protection, protection de l'ouïe

1.1.0.2 Pouvez-vous travailler avec des machines sur lesquelles vous n'avez pas encore été instruit-e?

Non, il faut avoir été instruit-e par le formateur ou les responsables des cours interentreprises

1.1.0.3 Que faites-vous en cas d'incendie?

Alarmer les sapeurs-pompiers (téléphone 118), procéder au sauvetage, fermer toutes les portes et les fenêtres, informer les pompiers, éteindre

1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail



1.1.1 Panneau de danger

1.1.1.1 Inscrivez la signification des symboles indiqués ci-dessous. Indiquez dans quel domaine de l'entreprise ils sont utilisés.



Obligation de porter des lunettes de protection pour tous les travaux dans l'atelier, p. ex. travaux avec perceuses, travaux de nettoyage, travaux avec liquides, air comprimé, collage



Obligation de protéger l'ouïe; lors de travaux générant un bruit important, travaux avec scie sauteuse sur des tôles



Obligation de porter des chaussures de sécurité; atelier et département de montage, technique de production manuelle



Interdiction de fumer; atelier de collage, vapeurs de solvants inflammables



Substances inflammables; dépôt d'huile, produits de nettoyage tels qu'acétone, solvants, etc.



Passage interdit aux piétons; magasins avec étagères en hauteur, systèmes automatisés



Tension dangereuse; coffrets de distribution électrique, armoires de commande des machines, installations de pilotage



Voie de fuite avec indication de direction; tous les locaux, sortie de secours



Poste sanitaire; dépôt de matériel sanitaire, aux entrées de l'entreprise, pharmacie dans les départements

1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail



1.1.1.2 Indiquez où et comment, à votre place de travail, vous pouvez appeler une ambulance ou les sapeurs-pompiers.

Ambulance / pompiers: alarme selon les indications des panneaux d'affichage, bouton presseur, téléphone 144, 118, 145



Consulter les documents en ligne de ce guide méthodique (édition destinée aux formateurs), ainsi que dans l'onglet «Sécurité au travail, protection de la santé, protection de l'environnement et efficacité des ressources» du manuel «b.1 Elaborer des documents de production».

1.1.1.3 Indiquez les mesures de protection concernant la sécurité au travail et la protection de la santé qui sont appliquées dans votre entreprise. Quelles autres mesures préventives sont-elles appliquées durant les cours interentreprises?

Révision des ressources «Respecter les prescriptions de la sécurité au travail dans la technique de production mécanique»



Tous les défauts constatés sur les appareils et les machines, comme par exemples câbles dénudés, doivent être immédiatement annoncés au formateur.

Astuce:
les responsables des cours interentreprises complètent ce thème par d'autres informations importantes.

1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail



1.1.2 Questions de révision

1.1.2.1 Quand est-il obligatoire de porter des lunettes de protection dans l'atelier de mécanique?

Lors de travaux effectués avec des perceuses, lors de travaux de nettoyage, de travaux avec des liquides, lors d'opérations de collage

1.1.2.2 Quelles mesures prenez-vous en cas d'accident?

1. Sécuriser le lieu de l'accident
2. Alarmer (téléphone 144)
3. Premiers secours (**ABCD**, voies aériennes, respiration, circulation, défibrillation)
4. Guider et informer les secours

1.1.2.3 Si un accident survient malgré les mesures de protection, comment êtes-vous assuré?

Assurance accident obligatoire pour les employés de votre entreprise (SUVA) ou du centre de cours interentreprises, assurance complémentaire non obligatoire contractée par votre entreprise