

Technique de conception

KRBK 2L f



1. Principes généraux	9
2. Formage primaire	15
3. Déformation	37
4. Enlèvement	45
5. Assemblage	53
6. Revêtement	85
7. Modifier les propriétés du matériau	93
8. Éléments de machines	99
9. Construction optimisée quant à la sécurité	129

Editeur: Editions Swissem
4^e édition 2016

Commandes:
Swissem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

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

www.swissem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissem.ch

Copyright texte, dessins et graphisme:
© by Swissem, 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 «Technique de conception» 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 proposée 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 Swissem formation professionnelle

Ont participé à l'élaboration de ce matériel pédagogique:

Direction du projet

Joachim Pérez, chef de projet, Swissem 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
 Tschudi Willi, Swissem Berufsbildung, Winterthur
 Ucakalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen
 van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
 Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum
 Baur Daniel, Swissem Berufsbildung, 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:

Gressel AG, Aadorf
 Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur
 azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Table des matières

1. Principes généraux

1.1	Connaître les procédés de fabrication	9
1.1.0	Questions d'activation des connaissances	9
1.1.1	Procédé de fabrication	10
1.1.2	Exercices	13
1.1.3	Questions de révision	14

2. Formage primaire

2.1	Connaître les procédés de coulée et de frittage	15
2.1.0	Questions d'activation des connaissances	15
2.1.1	Procédé de formage primaire	16
2.1.2	Moulage	17
2.1.3	Moulage de précision	21
2.1.4	Coulée sous pression	22
2.1.5	Frittage (métallurgie des poudres)	23
2.1.6	Exercices	25
2.1.7	Questions de révision	27
2.2	Connaître les procédés de formage des matières plastiques	29
2.2.0	Questions d'activation des connaissances	29
2.2.1	Mise en forme des matières plastiques	30
2.2.2	Procédés d'assemblage pour les pièces en matière plastique	31
2.2.3	Mise en forme avec les composites	33
2.2.4	Exercices	34
2.2.5	Questions de révision	35

3. Déformation

3.1	Connaître les procédés de déformation	37
3.1.0	Questions d'activation des connaissances	37
3.1.1	Procédés de déformation	38
3.1.2	Déformation de tôles	39
3.1.3	Exercices	42
3.1.4	Questions de révision	44

4. Enlèvement

4.1	Connaître les procédés d'enlèvement	45
4.1.0	Questions d'activation des connaissances	45
4.1.1	Enlèvement	46
4.1.2	Exercices	51
4.1.3	Questions de révision	52

5. Assemblage

5.1	Connaître les procédés d'assemblage	53
5.1.0	Questions d'activation des connaissances	53
5.1.1	Assemblage	54
5.1.2	Assemblages à vis	55
5.1.3	Assemblages par goupilles	58
5.1.4	Assemblages boulonnés	59
5.1.5	Boulons de soudage	60
5.1.6	Rivets	61
5.1.7	Presser, rétracter	63
5.1.8	Assemblages d'arbres	66
5.1.9	Assemblages chimiques	69
5.1.10	Exercices	71
5.1.11	Questions de révision	72
5.2	Connaître les procédés de soudage	75
5.2.0	Questions d'activation des connaissances	75
5.2.1	Soudage	76

Table des matières

5.2.2	Connexions	79
5.2.3	Exercices	80
5.2.4	Questions de révision	83

6. Revêtement

6.1	Connaître les procédés de revêtement	85
6.1.0	Questions d'activation des connaissances	85
6.1.1	Revêtement	86
6.1.2	Exercices	90
6.1.3	Questions de révision	91

7. Modifier les propriétés du matériau

7.1	Connaître les procédés de modification des propriétés des matériaux	93
7.1.0	Questions d'activation des connaissances	93
7.1.1	Caractéristiques communes de conception	94
7.1.2	Traitement thermique de matériaux ferreux	95
7.1.3	Traitement thermique de pièces en fonte coulée	96
7.1.4	Traitement thermique de matériaux non ferreux	96
7.1.5	Exercices	97
7.1.6	Questions de révision	98

8. Éléments de machines

8.1	Connaître et utiliser les éléments de machine	99
8.1.0	Questions d'activation des connaissances	99
8.1.1	Objectifs et domaine d'application	100
8.1.2	Vis	101
8.1.3	Écrous	102
8.1.4	Rondelles	102
8.1.5	Vissages de sécurité	105
8.1.6	Goupilles, goupilles cannelés, rivets	108
8.1.7	Dimensions standard des éléments de construction	109
8.1.8	Paliers	111
8.1.9	Palier fixe/Palier libre	114
8.1.10	Engrenages	115
8.1.11	Ressorts	115
8.1.12	Joints toriques	116
8.1.13	Directives de mise en forme	120
8.1.14	Comparaison globale des coûts	121
8.1.15	Outils et installations standard	122
8.1.16	Exercices	123
8.1.17	Questions de révision	126

9. Construction optimisée quant à la sécurité

9.1	Distinguer les différents aspects de sécurité	129
9.1.0	Questions d'activation des connaissances	129
9.1.1	Devoirs du fabricant de machines	130
9.1.2	Sécurité des machines	130
9.1.3	Directives machines	130
9.1.4	Déclaration de conformité et marque CE	130
9.1.5	Exigences essentielles	130
9.1.6	Machines	131
9.1.7	Analyse de danger ou de risque	132
9.1.8	Processus d'évaluation des risques	133
9.1.9	Types de danger	134
9.1.10	Questions de révision	139

Explication des symboles



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

1.1.4

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 Technique de conception 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 conception 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 rarefaction 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 conception d'un produit, les aspects suivants en matière d'efficacité des ressources doivent être pris en compte.

Conception avec des éléments de forme/éléments de machines/sur la base des spécifications fonctionnelles/selon les directives de fabrication:

- Appliquer les normes et directives écologiques relatives aux matériaux et aux produits (par ex. la directive européenne en matière d'écoconception 2009/125/CE)
- Lors de la conception, utiliser les matériaux de manière respectueuse des ressources et de l'environnement
Choisir des procédés et des composants économes en énergie lors de la production et de l'exploitation
- Utiliser, réutiliser et récupérer les appareils, les matériaux ainsi que les produits chimiques et toxiques de manière appropriée et respectueuse de l'environnement
- Expliquer et appliquer les normes internes de management environnemental (par ex. SMEA, ISO 14001, etc.)

Concevoir d'après des directives de fabrication:

- Choisir des revêtements à faible impact environnemental
- Choisir des traitements thermiques efficaces sur le plan énergétique
- Dans les estimations de coûts, tenir compte de l'efficacité énergétique et des matériaux et calculer le potentiel d'économie dans les coûts d'exploitation (p.ex. utilisation d'appareils économes) et les coûts d'entretien (p.ex. coûts d'élimination réduits grâce à des matériaux à faible impact environnemental)



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 Connaître les procédés de fabrication



- Connaître les procédés de fabrication
- Connaître les options de conception



1.1.0 Questions d'activation des connaissances

1.1.0.1 Nommez au minimum cinq procédés de fabrication différents.

Formage primaire (p.ex. coulée, extrusion, frittage)

Déformation (p.ex. laminage, emboutissage, pliage)

Enlèvement (p.ex. fraisage, tournage, meulage, découpe par rayonnement)

Assemblage (p.ex. soudage, collage, encliquetage, brasage)

Revêtement (p.ex. peinture, galvanisation)

Modification des propriétés du matériau (p.ex. trempage, carburation, nitruration)

1.1.0.2 Quels sont les procédés de fabrication utilisés dans votre entreprise?

1.1.0.3 Nommez au moins deux fournisseurs pour chaque procédé de fabrication mentionné à l'exercice 1.

Formage primaire (p.ex. Benninger Guss AG, DRUAG Druckguss AG)

Déformation (p.ex. Hans Eberle AG, CutCenter AG Cham)

Enlèvement (p.ex. ALME AG Aadorf)

Assemblage

Revêtement (p.ex. Hasler u. Matter AG, De Martin)

Modification des propriétés du matériau (p.ex. Härtereier Härtig AG, Härtereier Gerster AG)

1.1.0.4 Qu'est-ce qui est important pour le choix de procédés de fabrication?

Nombre de pièces (fabrication unique, en série ou de masse), coûts (rentabilité), choix des matériaux, forme, état de surface, tolérances

Les apprentis doivent répondre seuls aux questions 1.1.0.1 à 1.1.0.4.

Ne corrigez pas les solutions.

1.1 Connaître les procédés de fabrication

1.1.1 Procédé de fabrication

CoRe 1.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4

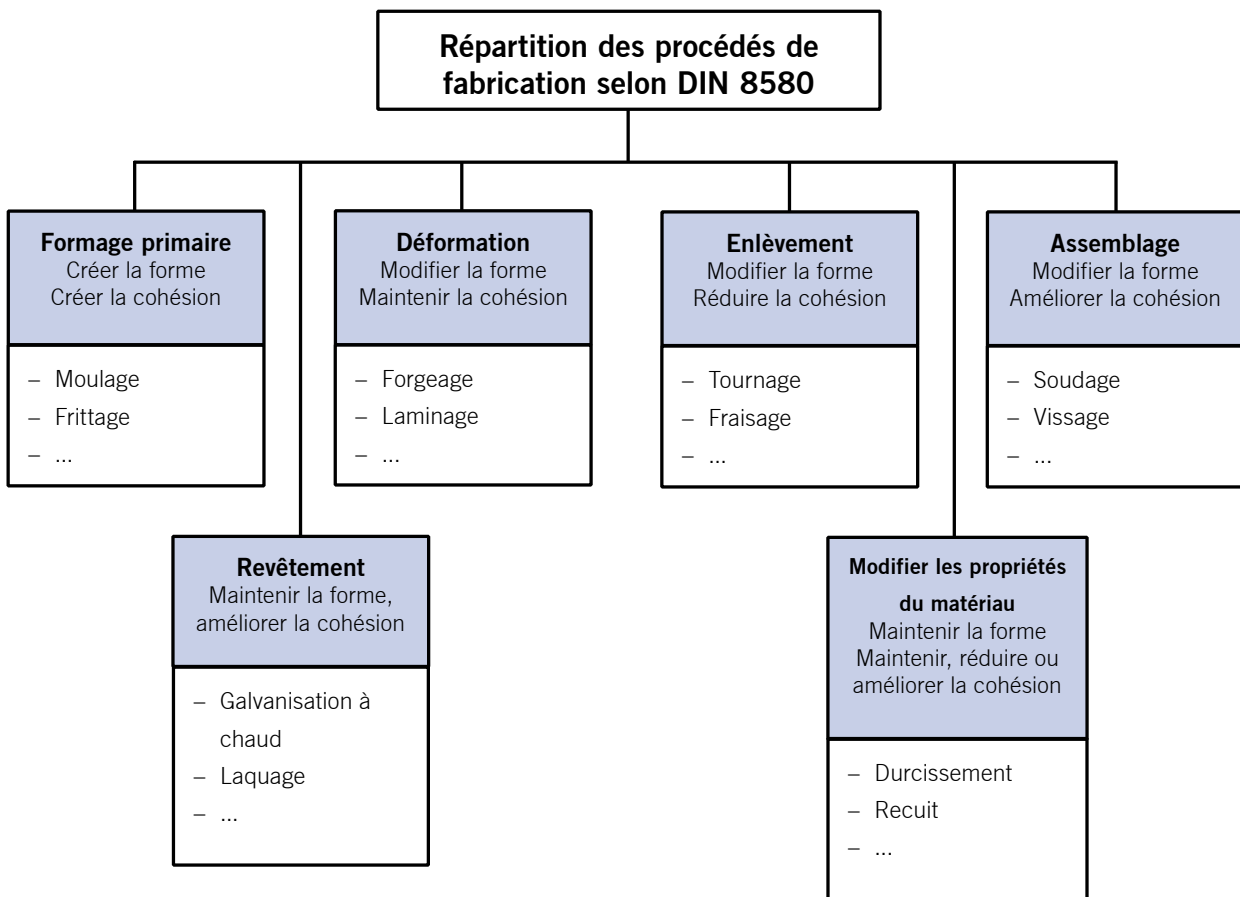
Les techniques de fabrication définissent des procédés qui permettent de créer des corps solides bien définis géométriquement. Ces corps peuvent être aussi bien des demi-produits que des composants de modules techniques. En général, on combine plusieurs procédés de fabrication pour créer, à partir d'ébauches, des produits finis, par exemple des machines, appareils, outils, véhicules et autres objets en une ou en plusieurs parties.

Répartition

CoRe 1.4.6, 2.4.7

Les procédés de fabrication sont répartis en six groupes principaux par la norme DIN 8580. Cette répartition s'appuie sur la notion de cohésion, dans le sens de cohésion des particules d'un corps solide ou de cohésion entre les parties d'un corps assemblé. Ce faisant, la forme du corps est soit créée, soit modifiée, soit conservée.

De bonnes connaissances des différentes techniques de fabrication et de leurs propriétés vous permettent de mettre au point des solutions économiques répondant aux exigences.



Les apprentis doivent traiter seuls le bloc théorique de cette unité d'enseignement.

Comme complément à cette unité d'enseignement, travaillez dans le chapitre «hygiène et sécurité au travail, protection de l'environnement» les thèmes «protection de l'environnement, équipement de protection personnel et directives machines».

1.1 Connaître les procédés de fabrication

Critères de conception

Vous trouverez ci-après la liste des points importants qui doivent être pris en compte lors de la conception des pièces.

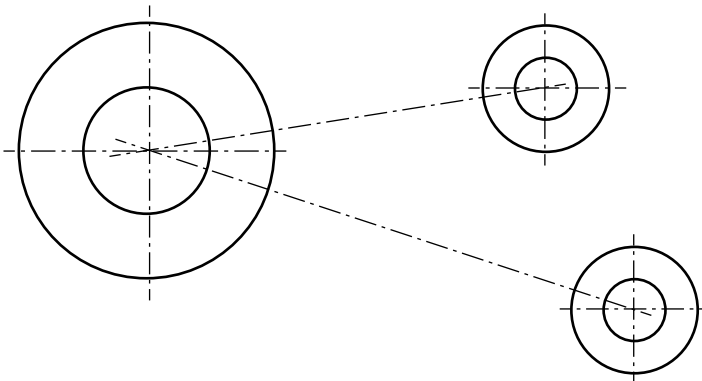
- contraintes mécaniques (résistance et fonction déterminent le matériau)
- état de surface (qualité de surface et tolérances pas plus précises que nécessaire)
- standard de qualité (dépendant des besoins du client et de la fonction de la pièce)
- conception et fabrication économiques
- nombre de pièces (qui détermine le procédé de fabrication)
- élimination

Dans les différentes unités de ce cours, nous vous indiquons différents exemples de conception. Les exigences fonctionnelles des pièces permettent de nombreuses variantes de conception.

Exemple

Nous vous indiquons à partir d'un exemple comment vous pouvez travailler des variantes de solution pour une pièce pendant le processus de construction. Votre créativité doit s'appuyer sur de bonnes connaissances des procédés de fabrication.

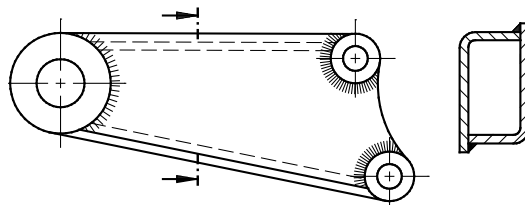
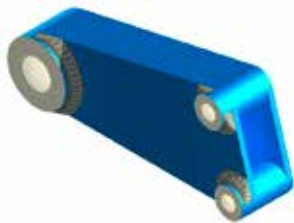
Les conditions du cahier des charges indiquent un contexte initial fonctionnel: levier avec trois points d'appui, reliés les uns aux autres. La construction doit présenter une rigidité maximale. Aucune autre limitation géométrique n'est indiquée.



1.1 Connaître les procédés de fabrication

Les variantes qui suivent ne sont optimisées ni pour les coûts, ni pour la fabrication, mais sont proposées à titre d'idées. Pour arriver à une bonne solution, effectuez les étapes suivantes avec des spécialistes.

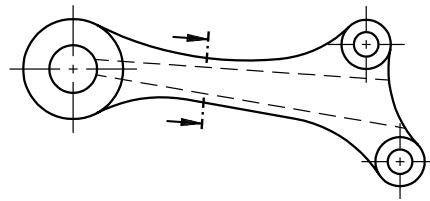
Construction en tôle soudée



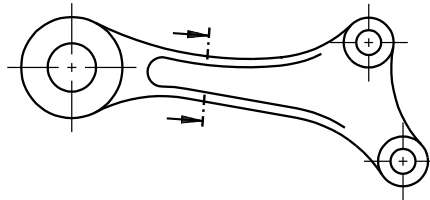
Application typique



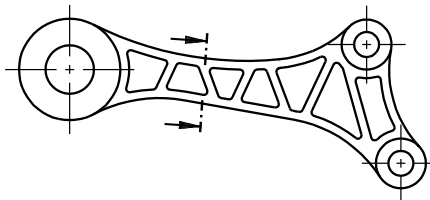
Pièce coulée avec noyau



Pièce forgée (estampée)



Corps en matière plastique technique



Discutez le cas échéant le bloc théorique de cette unité d'enseignement avec les apprentis.