Le Multisensor

Edition 2016

Des systèmes MultiSensors parfaitement intégrés

WinWerth® 8.40 | **ScopeCheck® FB DZ** | **Tomographie multi-spectre**

ScopeCheck® FB DZ – des mesures sans risque de collision aussi pour l'atelier : concept à colonne double pour des mesures optimales avec chaque sensor, par exemple analyse d'image et palpeur mécanique (photo de couverture)

Table des Matières

Table des Matières 2

Des systèmes MultiSensors parfaitement intégrés 3

WinWerth® 8.40 – une interface tactile et optique, un concept séduisant 4
Pour une mesure fiable en dépit de températures incertaines

Plus aucune limite pour les magasins équipant les ScopeCheck® S 5

Deux axes de sensor indépendants sont dorénavant disponibles sur les machines ScopeCheck® FB 6

Un meilleur rendement pour les mesures haute résolution 7

La technique MultiSensors constitue le fondement d'une production zéro défaut (Rapport d'application) 8

Werth donne plus de transparence aux pièces multi-matières 12
Rasterscanning : une technique intelligente pour mesurer sans contact des pièces complètes

Mesure d'étalons haute précision 13

Des sensors et un logiciel pour des micro-pignons (Rapport d'application) 14

La correction de Drift améliore la résolution et la répétabilité 18
Nouvelle représentation graphique des courses de déplacement dans la fenêtre graphique 3D

Des travaux scientifiques récompensés 19
Dix années de collaboration avec notre partenaire russe Uran Joint Company
Werth poursuit son expansion en Chine
Extension du siège de la société à Gießen

Impressum 20

Des systèmes MultiSensors parfaitement intégrés

Cette année encore, "Le Multisensor" dévoile des informations portant sur les tout derniers développements de Werth Messtechnik GmbH. Il comporte aussi les actualités de l'entreprise et des rapports concernant des applications particulièrement intéressantes. De nombreuses nouveautés produits sont destinées à perfectionner la technologie MultiSensors de Werth. Ceci concerne aussi bien la mesure par contact que la mesure sans contact avec des sensors optiques. Les machines équipées de la tomographie rayons X ont été perfectionnées et dotées de nouvelles fonctions, brevetées pour certaines d'entre elles. La dernière version du logiciel WinWerth® donne plus de confort à l'utilisateur et comporte, par ailleurs, un grand nombre de nouvelles possibilités que l'utilisateur appréciera.

Le dernier né, le ScopeCheck® FB DZ, destiné à la mesure en fabrication, a été conçu pour permettre une exploitation parfaite de la technique MultiSensors de Werth. Par le biais de deux fourreaux séparés, il est possible d'exécuter des mesures optimales avec chaque sensor et dans toutes les directions. L'interface MultiSensors de Werth permet d'utiliser un grand nombre de sensors sans perte de la plage de mesure. Des palpeurs de contour et palpeurs fibres des systèmes de palpage conventionnels ainsi que différents sensors optiques peuvent être changés de façon entièrement automatique et être utilisés dans n'importe quelle combinaison souhaitée, en fonction de la tâche de mesure.

Dans le domaine de l'analyse d'image, un nouveau procédé a été présenté. Le Rasterscanning, avec trajectoire prédéfinie, permet de mesurer intégralement, même des pièces de grandes dimensions, à une vitesse de mesure élevée. L'évaluation se fait ensuite simplement "dans le champ optique". Des fonctions telles que "AutoElement" ou "AutoCalcul" facilitent l'utilisation.

Pour ce qui est de la CT, nous proposons cette année, entre autres, de nouvelles solutions pour la mesure de pièces composées de différentes matières, ainsi qu'un procédé spécifique pour la mesure en haute résolution de pièces complexes.

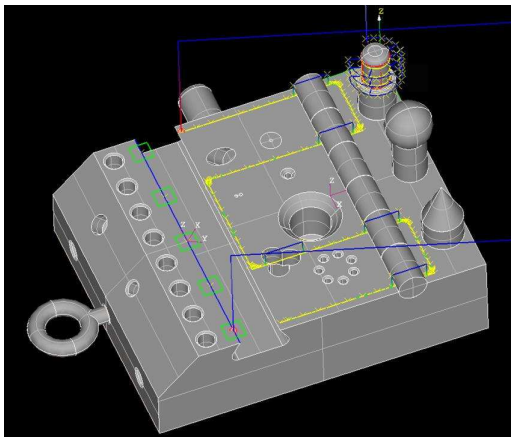
La toute dernière version du logiciel WinWerth® 8.40 convainc par son concept de fonctionnement interactif. Les premiers rapports d'utilisateur mettent en avant et insistent sur le confort d'utilisation des sensors par contact. La génération automatique de trajectoires de scan ou de distributions de points avec ou sans données CAO répond pratiquement à tous les souhaits. Bien entendu, d'autres fonctions nouvelles, conviviales, permettant de modifier et d'adapter des séquences de mesure, sont également disponibles, tout comme la mesure axée sur les caractéristiques avec des sensors optiques et la tomographie par rayonnement X.

Les systèmes MultiSensors s'intègrent parfaitement, qu'il s'agisse de palpeurs, de sensors optiques ou de tomographie – les essayer, c'est les adopter !

Dr.-Ing. habil. Ralf Christoph
Propriétaire et Dirigeant
Werth Messtechnik GmbH

WinWerth® 8.40 – une interface tactile et optique, un concept séduisant

La nouvelle version 8.40 de WinWerth® offre une multitude de nouvelles fonctions. Le positionnement manuel du sensor, laborieux, est supprimé grâce aux modes étendus de trajectoire de scanning et de distribution de points valables pour tous les éléments géométriques. Le risque de collision est réduit au strict minimum, puisque WinWerth® détecte les obstacles et génère des contournements, afin de les éviter. Avec une mesure orientée sur les caractéristiques, même des dimensions individuelles sélectionnées peuvent être calculées à partir d'un programme de mesure complet. L'utilisateur choisit les caractéristiques désirées et WinWerth® identifie automatiquement tous les éléments correspondant et les réglages s'y rapportant avec l'alignement de la pièce.



Trajectoire de scanning et distribution de points sur modèle CAO

Plusieurs fonctions nouvelles sont également disponibles pour les machines TomoScope® et TomoCheck®. Il est, par exemple, possible de calculer le volume de remplissage d'un récipient et le volume d'une pièce. Avec le filtre d'inclusions, l'évaluation de mesures CT est possible sans incidence néfaste des retassures – ou encore les retassures ou inclusions peuvent être triées selon leur taille, être affichées et analysées séparément. La tomographie multi-spectre constitue une solution unique pour la mesure de pièces multi-matières, comme des connecteurs assemblés (voir en page 12).

La nouvelle fonction AutoAlign reconnaît automatiquement la pièce dans une image de trame et l'aligne, via un balancement BestFit par rapport à un élément de référence. Le nouveau Rasterscanning HD saisit, de façon automatique, des zones de grandes dimensions avec une haute résolution de la structure (voir en page 12). La représentation des courses de déplacement dans la fenêtre graphique 3D permet un contrôle rapide de la séquence de mesure et de diminuer le temps de mesure par l'optimisation des courses de déplacement (voir en page 18).

Pour une mesure fiable en dépit de températures incertaines

Capteur de température dans la plage de mesure

Chaque résultat de mesure génère une incertitude de mesure qui est influencée par de nombreux facteurs. Hormis la machine à mesurer, l'utilisateur, l'objet à mesurer et les caractéristiques à contrôler, les conditions ambiantes représentent souvent un facteur sous-estimé. La température en particulier a un impact certain sur l'incertitude de mesure. Pour que la mesure soit correcte, la machine à mesurer, comme la pièce, doivent être maintenues dans un environnement variant d'à peine quelques degrés Kelvin par rapport à la température de référence de 20 °C. La température doit, par ailleurs, être constante dans le temps et dans l'espace.

L'utilisateur ne dispose pas, la plupart du temps, de ces conditions optimales de mesure. De ce fait, la correction des écarts de mesure liés à la température est pratiquement un impératif pour tout utilisateur. En mesurant, par exemple, une distance de 100 mm sur une pièce en aluminium à une température ambiante de 25 °C, les écarts liés à la température sont d'environ 7 µm. Dans des conditions similaires, l'écart de mesure sur du plastique peut comporter jusqu'à 50 µm. Dans des cas extrêmes, les écarts de mesure peuvent être du même ordre de grandeur que les tolérances elles-mêmes des dimensions de pièce.

Toutes les machines de mesure Werth sont équipées de la correction automatique des écarts de mesure, résultant de la différence entre la température ambiante et la température de référence de 20 °C par rapport à la norme. Dans le plus simple des cas, les répercussions sur le comportement de la machine de mesure (dilatation des systèmes de mesure, par exemple) sont déterminées et corrigées. Le coefficient de dilatation thermique de l'objet à mesurer est pris en compte à 11 µm / K m (valeur type pour l'acier). Ceci signifie que les objets à mesurer et les étalons constitués d'acier et de matières ayant des coefficients de dilatation thermique similaires peuvent être mesurés avec une très faible incertitude de mesure en dépit d'un écart de température. Ceci est également utile lors de l'exécution de travaux de maintenance.

Pour la mesure de pièces dans des environnements qui ne sont pas climatisés, une correction de la température de la pièce doit également être effectuée en tenant compte du coefficient de dilatation de celle-ci. Pour cela, un capteur de température peut être placé dans le volume de mesure ou encore, une sonde de température pièce peut être directement positionnée sur l'objet à mesurer. Toutes les longueurs mesurées sont corrigées en conséquence, à l'aide des coefficients de dilatation thermique de la matière de la pièce que l'opérateur a entrés.

Pour l'utilisation de machines de mesure dans des environnements qui ne sont pas climatisés, une correction de la température est vivement recommandée, car ceci constitue le seul moyen permettant de minimiser, de façon efficace, les écarts de mesure.

Plus aucune limite pour les magasins équipant les ScopeCheck® S

Les magasins pour palpeurs et systèmes MultiSensors offrent, avec des changements de sensors rapides et simples, un haut degré de flexibilité et d'automatisation. Les temps de changement sont, par ailleurs, considérablement réduits. Ces magasins devant être placés à l'intérieur du volume de mesure, du fait de l'accessibilité nécessaire des axes de sensor (interfaces), une partie de la plage de mesure était, par le passé, de ce fait toujours "perdue". Dans certains cas parfois, l'acquisition d'une machine de mesure avec une plage de mesure plus importante pouvait s'avérer nécessaire.

Le poste changeur se trouve dorénavant en dehors de la plage de mesure

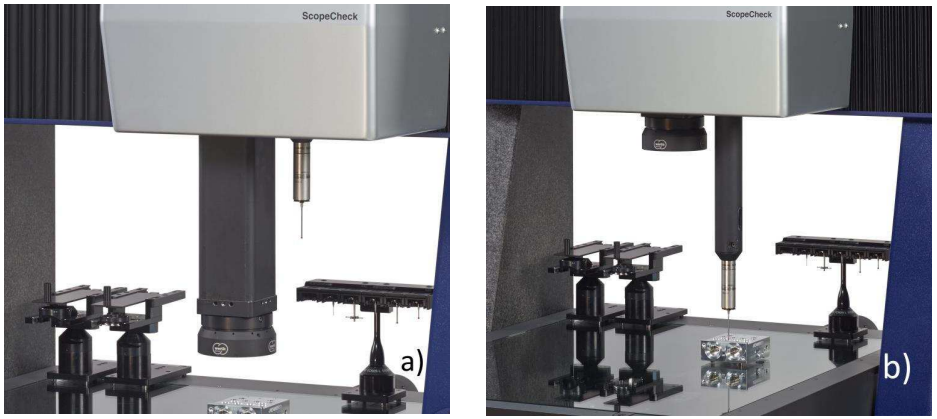
Le nouvel axe rétractable pour magasins, qui est fourni en option, permet de disposer de l'intégralité de la plage de mesure pour le contrôle de pièces. Pour changer le sensor, le magasin est alors déplacé, via les axes de la machine, sur une position à l'intérieur de la plage de mesure pour être ensuite ramené en position de repos.

Deux axes de sensor indépendants sont dorénavant disponibles sur les machines ScopeCheck® FB

La gamme de machines ScopeCheck® permet une mesure optimale avec chaque sensor. Le concept à 2 axes Z et l'interface MultiSensors Werth permet de mesurer sans collision avec de multiples sensors, y compris en fabrication. L'utilisateur dispose pour ainsi dire de deux machines en une, l'une avec l'analyse d'image et l'autre avec des palpeurs. La combinaison d'une mesure optique et d'une mesure par contact est bien évidement également possible.

La gamme ScopeCheck® a été repensée en se basant sur la technologie fondamentale qui a largement fait ses preuves. Un avantage essentiel du nouveau ScopeCheck® FB DZ, comparativement à son prédécesseur, porte sur la plage de mesure "combinée" disponible pour les mesures MultiSensors qui est d'au moins 400 mm x 500 mm x 350 mm. Bien entendu, d'autres machines avec de plus grandes plages de mesure restent toujours disponibles. Le ScopeCheck® FB DZ a été, par ailleurs, équipé de colonnes pour les sensors plus fines, et le principe de guidage a été optimisé. Le design, qui inclut deux axes Z indépendants, évite aux sensors qui ne sont pas utilisés pour la mesure d'entrer en collision avec la pièce. Seul l'axe du sensor actif se trouve à proximité de la pièce, l'autre se situant en dehors de la plage de mesure. Ainsi, et grâce à des colonnes amincies, le sensor peut atteindre toutes les positions voulues d'une pièce de grandes dimensions. D'autre part, les sensors qui sont montés sur une tête rotative/pivotante, comme un palpeur et le sensor d'analyse d'image IP 40 T, peuvent être utilisés sans restrictions dans toutes les directions. Il en va de même pour l'optique angulaire Werth, dont la direction de visée n'est pas entravée par la seconde colonne. Pour des mesures avec un seul sensor, le ScopeCheck® offre une plage de mesure élargie de 530 mm x 500 mm x 350 mm.

Dans sa version de base, le ScopeCheck® FB DZ est équipé de l'optique Zoom qu'on ne présente plus. D'autres sensors, comme le Laser Probe Werth ou le Palpeur Fibre Werth, peuvent être utilisés avec l'interface MultiSensors Werth. La machine de mesure peut être optimisée avec un palpeur mécanique sur la seconde colonne spécifique, de façon alternative, il peut être aussi fourni une seconde colonne avec d'autres sensors optiques. La nouvelle version 8.40 de WinWerth®, optimisant le fonctionnement de sensors par palpage et optiques, ajoute la touche finale à ce concept.



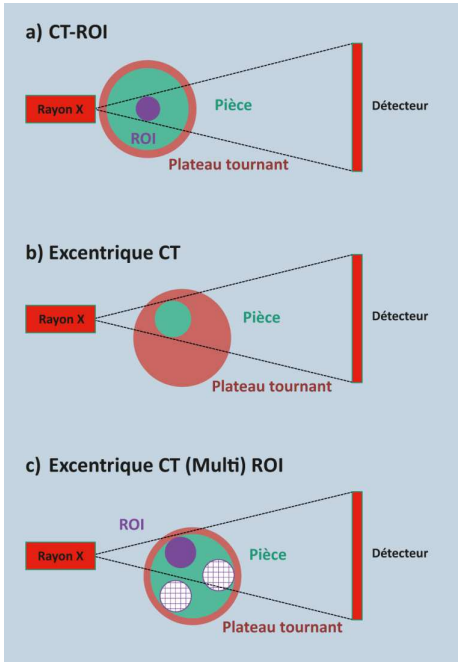
Le ScopeCheck® FB DZ avec deux axes de sensor indépendants pour une mesure sans collision dans le milieu de la production : a) Le sensor d'analyse d'image en fonctionnement, b) Un palpeur en fonctionnement et les magasins pour systèmes MultiSensors et stylets de palpage en arrière-plan

Un meilleur rendement pour les mesures haute résolution

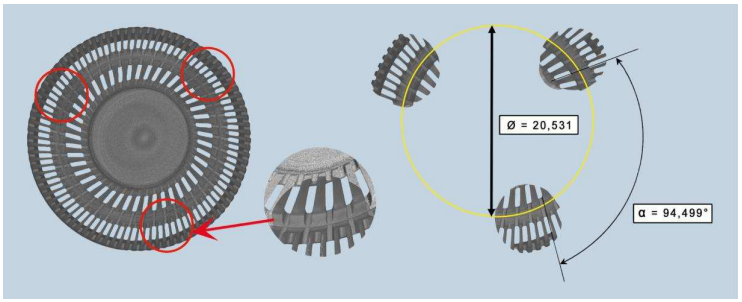
La tomographie ROI (Region Of Interest) a été développée pour obtenir des images haute résolution de certaines zones ou régions d'une pièce. Alors qu'auparavant la pièce devait être tomographiée dans son intégralité en haute résolution, la CT-ROI quant à elle permet de ne mesurer que la zone concernée avec un grossissement élevé. Pour cela, la pièce est d'abord saisie dans son ensemble à une plus faible résolution, et la zone ou région partielle souhaitée (ROI) est saisie à une résolution plus élevée. Ce procédé permet d'améliorer le temps de mesure et de minimiser la taille du fichier.

Avec une tomographie ROI conventionnelle, la flexibilité est toutefois restreinte puisque la zone ROI doit se situer centrée sur l'axe de rotation. La nouvelle fonction brevetée appelée Excentrique CT permet dorénavant de placer la pièce de n'importe quelle façon sur le plateau tournant. L'alignement fastidieux et complexe de la pièce n'est donc plus nécessaire, le confort d'utilisation est amélioré. Le logiciel WinWerth® calcule automatiquement un axe de révolution virtuel dans le volume de mesure sur le point de rotation défini par l'utilisateur. La rotation autour de l'axe virtuel est ainsi assurée par le déplacement des axes de la machine.

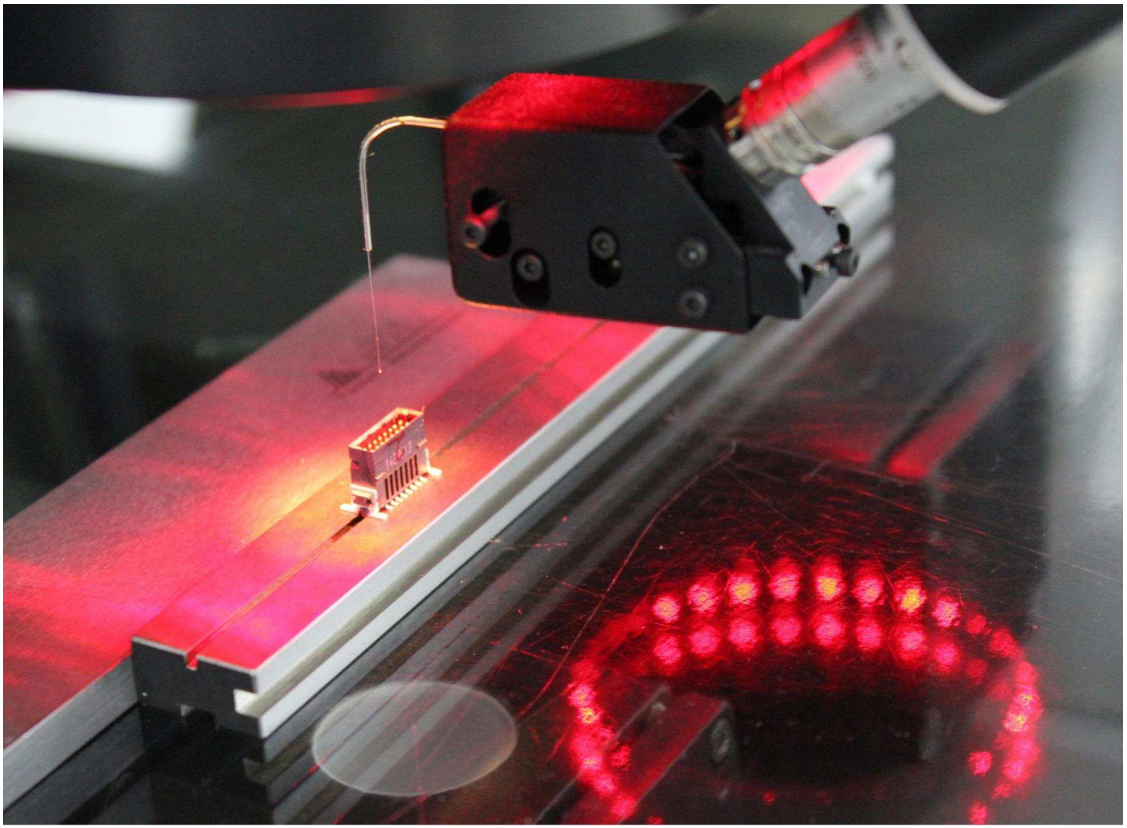
L'option Multi-ROI-CT associe les avantages de l'Excentrique CT et de la tomographie ROI. Les zones de la pièce soumises à haute résolution peuvent se situer sur n'importe quelle position de la pièce. Plusieurs zones ROI peuvent, en outre, être saisies et enchaînées. Le volume global et les volumes ROI se situent donc dans le même système de coordonnées. Un nuage de points de l'ensemble de la pièce avec différentes résolutions de la structure peut ainsi être calculé de façon automatique. Pendant l'évaluation, des caractéristiques issues du volume global et des différentes mesures ROI peuvent être combinées les unes aux autres. Cette combinaison unique, fruit de l'Excentrique CT, brevetée, et de la CT-ROI, constitue une alternative économiquement viable, facilement transposable à de très nombreuses applications.



Principes de la ROI-CT: a) ROI-CT conventionnelle b) Excentrique CT et c) Combinaison d'excentrique (Multi-)ROI-CT



Régions Multi-ROI-CT sur une lame de rasoir électrique



La Métrologie du Futur

La technique MultiSensors constitue le fondement d'une production zéro défaut

Les composants électroniques, comme les connecteurs, ont des dimensions de plus en plus réduites et constituent des défis toujours plus importants à relever en fabrication. La société ERNI Electronics utilise des machines à mesurer MultiSensors CNC 3D pour sécuriser sa fabrication, dont une machine équipée de la tomographie par rayonnement X. Ce procédé métrologique moderne permet de valider rapidement un process.

Une production "zéro défaut", c'est ce que revendique la société ERNI Electronics. L'entreprise, située à Adelberg à proximité de Stuttgart, produit une vaste gamme de circuits imprimés et de connecteurs I/O, de cartes-mères, de câbles avec raccords enfichables, de boîtiers, de systèmes et d'outils. Un grand nombre de produits rejoignent par le biais d'entreprises sous-traitantes l'industrie automobile, qui requiert des pièces montées d'une qualité particulièrement élevée.

L'Assurance Qualité est en conséquence équipée de façon très professionnelle. Outre diverses machines de mesure CNC 3D, la salle de mesure comporte également une MMT équipée de la tomographie par rayonnement X. La production utilise aussi une machine de mesure MultiSensors CNC afin de permettre à l'opérateur un contrôle rapide des tâches effectuées. Oliver Jehlitschke, Directeur du Management de la Qualité, déclare : "L'industrie automobile en particulier veut augmenter en permanence la densité de conditionnement des circuits imprimés. Cela signifie que les connecteurs que nous développons deviennent toujours plus petits. Il nous faut, de ce fait, adapter en permanence les conditions de production et de contrôle, et donc de mesure."

La société Werth Messtechnik GmbH partenaire de longue date en service et conseils, est un des leaders majeurs dans le domaine de la métrologie moderne, est spécialisée dans la construction de machines à mesurer avec sensors optiques, tomographie par rayons X, et de MMT MultiSensors. En 1996 déjà, ERNI avait installé un VideoCheck® IP 250, une machine compacte destinée à la mesure optique de connecteurs, de boîtiers et de bandes d'emboutissage. La machine a depuis été remplacée par une machine plus récente et plus précise du même type. Pour des pièces de plus grandes dimensions, la société ERNI utilise la machine de mesure à portique VideoCheck® FB, en service depuis 1999, qui couvre une plage de mesure de (400 x 400 x 200) mm. Cette machine est équipée d'un objectif télécentrique ainsi que du Palpeur Fibre breveté de Werth et d'un palpeur 3D conventionnel.

La tomographie assistée par ordinateur : un plus sur une MMT

Un TomoScope® HV Compact de Werth, mis en service depuis 2008, occupe une place de choix dans la salle de mesure d'ERNI. Cette machine à mesurer exploite les possibilités de la CT afin de pouvoir analyser ou mesurer des composants sans contact, et ce au micron près.

Le principe est le suivant : des rayons X pénètrent l'objet à contrôler pour en saisir des images dans différentes positions de rotation. Une reconstruction 3D des images individuelles en un volume 3D complet s'ensuit via le logiciel, décrivant l'ensemble de la géométrie intérieure et extérieure de la pièce. Le contrôleur Rüdiger Teufel précise : "Nous utilisons le TomoScope® pour mesurer tous nos boîtiers nus ainsi que certaines fiches assemblées, y compris des connecteurs à lames et à ressorts. Même les bandes de découpe les plus fragiles peuvent être mesurées avec le TomoScope®".

La raison fondamentale qui nous a incités à investir dans cette technique du futur est le gain de temps réalisé pour parvenir à un process de production parfaitement sécurisé. Par le biais de comparaisons nominal/réel entre des données 3D de la CAO et celles de la tomographie, les écarts relevés par rapport aux valeurs nominales sont représentés par colorimétrie. Il est ainsi, par exemple, possible de vérifier rapidement si la matière a été correctement répartie dans un moule produisant une pièce injectée en plastique. Selon le résultat, le moule ou les paramètres d'injection peuvent être optimisés, et ce jusqu'à atteindre un process parfaitement fiable. Mr. Jehlitschke, Directeur Qualité, précise : "Nous devons parvenir à un indice de capabilité process C_p de 1,67. Ceci s'applique aux boîtiers comme aux bandes de contact que nous emboutissons".

La machine de mesure à portique est équipée d'un objectif télécentrique ainsi que d'un palpeur fibre et d'un palpeur conventionnel.

Rüdiger Teufel et ses collègues utilisent également le TomoScope® pour exécuter des mesures avec une précision au micron : "A titre d'exemple, toutes les présentations d'EI de nos boîtiers se font sur le TomoScope®. On vient scanner les composants et on obtient, en quelques minutes, la géométrie 3D complète sous forme d'un nuage de points pour permettre l'évaluation. Même à l'intérieur de la pièce, il est ainsi possible de mesurer des géométries internes telles que, des cavités. Là où il nous fallait avant, découper, usiner et rectifier les coupes, il est aujourd'hui possible d'en obtenir des images virtuelles dans le nuage de points, quasiment par simple pression sur un bouton. Cela fait gagner un temps fou. Le plan de coupe peut également être déplacé aussi souvent que nécessaire dans le nuage de points."

Les métrologues utilisent également le procédé de coupe de volumes, procédé Werth en attente de brevet, pour des bandes de découpe SKV. Ce procédé leur permet de calculer une cote qui s'avère être fonctionnellement importante de façon ultérieure. Cette méthode est utilisée tout au long de la production, et Rüdiger Teufel d'ajouter : "Nous réalisons une coupe de chaque lot. C'est seulement si la cote contrôlée se situe dans la tolérance que nous envoyons la bande en galvanisation".

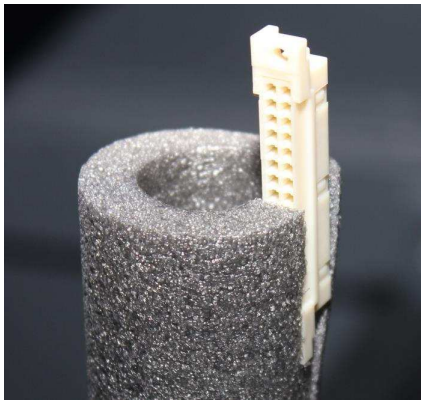
Une mesure de coplanarité fiable

La salle de mesure de la société ERNI a reçu, au cours du premier semestre 2015, une autre machine à mesurer MultiSensors CNC 3D de type VideoCheck® S 400. Cette machine est équipée de sensors à la pointe de la technologie, comme le Chromatic Focus Probe (CFP), et de sensors à variation focale 3D-Patch Werth. Oliver Jehlitschke explique la raison de cet investissement : "Les plaquettes brasées, qui font le contact entre les fiches et le circuit imprimé, doivent se situer de façon régulière sur un plan et dans des tolérances serrées pour prévenir l'apparition de défauts lors du processus de brasage ultérieur. Nous déterminons si ce point est respecté en réalisant une mesure de la coplanarité de tous les points de brasage."

Les broches du connecteur, saillantes, ne sont repliées à 90° qu'après montage, ce qui constitue un défi particulier. Il se peut ainsi que l'angle de pliage et donc la position des plaquettes brasées varient légèrement. Plus le connecteur est long, plus la difficulté est grande puisque le boîtier plastique et donc, la matière se déforme et se rétracte.

Cette tâche de mesure est actuellement la tâche principale de l'assurance qualité pendant le process de fabrication. Un système de mesure intégré à cet effet aux systèmes de production automatisés utilise un laser de triangulation pour mesurer la hauteur. Ce procédé est – et c'est ce que l'on recherche en fabrication – très rapide, mais cependant pas aussi précis que le VideoCheck® de Werth qui assure dans la salle de mesure des mesures de référence et une plus grande fiabilité du process.

Rüdiger Teufel explique : "Nous sommes absolument convaincus du potentiel qui s'ouvre à nous avec notre nouveau VideoCheck® S 400 avec le 3D-Patch et le CFP. La machine est équipée de la toute dernière technologie de caméra numérique HiCam de Werth, ce qui offre des conditions optimales pour la méthode à variation focale. Il est ainsi possible de saisir, à l'aide d'un étalon, des cotes de référence qui seront utilisées en production pour comparer des résultats de mesure sur la ligne de production, afin de procéder, si nécessaire, à des corrections."



La machine de mesure avec CT mesure différents composants sans moyens de bridage spécifiques.

Mesure de la topographie de la surface

Et voici comment fonctionne le 3D-Patch de Werth : par un seul mouvement de l'axe de la caméra, similaire à un autofocus, des images sont saisies en continu, à partir desquelles le contraste maximum est ensuite évalué pour chaque pixel. Ces maxima de contraste, dans l'empilement d'images, remettent les points de mesure qui décrivent alors la surface du composant en trois dimensions. Un nouveau procédé à variation focale, pour lequel un brevet a été déposé, permet de mesurer des topographies de surface sur une plage dynamique encore plus importante. Les zones sombres et claires d'une même coupe d'un objet peuvent être saisies simultanément avec un éclairage optimum, et un nuage de points peut donc être calculé. Enfin, les points les plus élevés pour chacune des broches sont calculés et utilisés pour définir un plan de contact. Ceci permet de simuler comment le composant est positionné avant le processus de brasage et de déterminer les espacements des plaquettes de brasage entre elles.

Le Chromatic Focus Probe (CFP) constitue une méthode de mesure alternative. Il s'agit d'un sensor de distance 1D, qui se déplace sur la pièce via les axes de la machine et saisit des lignes de scan. Des nuages de points sont ensuite calculés à partir de ces lignes de scan, puis évalués. Du fait de ses propriétés physiques, ce procédé est idéal pour la mesure de matières spéculaires et réfléchissantes.

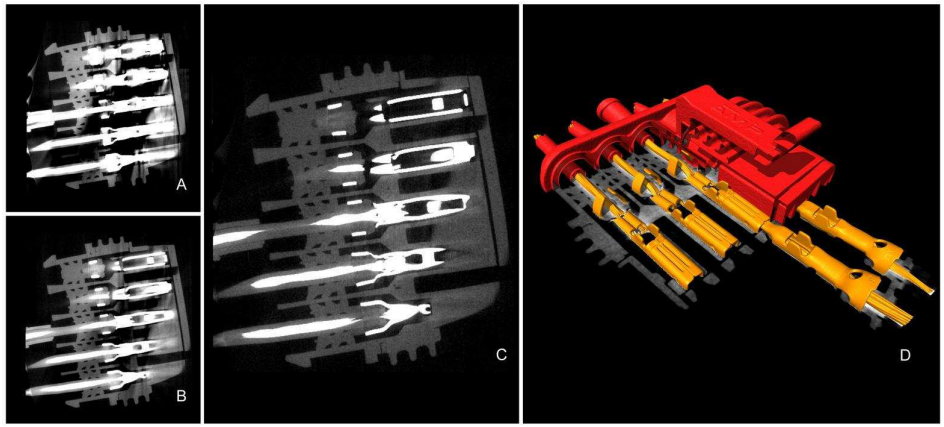
La confiance que la société ERNI accorde de façon répétée à Werth et à sa technique de mesure, Oliver Jehlitschke la justifie de la manière suivante : "D'une part, les machines de mesure Werth offrent une haute précision, de surcroît sur le long terme. C'est ce que je peux affirmer grâce au grand nombre d'années d'expérience que j'ai. D'autre part, la technologie qui est mise sur le marché par Werth est parfaitement aboutie et donc fiable. Enfin, la collaboration est excellente, qu'il s'agisse de prestations ou d'assistance en matière d'applications, avant tout pour les techniques nouvelles."

Le Directeur du Management de la Qualité d'ERNI, Oliver Jehlitschke (à gauche), discute de caractéristiques de contrôle importantes avec son métrologue expérimenté Rüdiger Teufel.

Werth donne plus de transparence aux pièces multi-matières

Lorsque la tomographie assistée par ordinateur (CT) est utilisée pour la mesure ou l'évaluation dimensionnelle de pièces composées de plusieurs matières, ceci constitue un défi particulier. La société Werth Messtechnik de Gießen a développé, à cet effet, une solution unique.

Les pièces multi-matières sont, le plus souvent, des pièces renfermant des composants en métal et en plastique, comme pour des connecteurs assemblés, par exemple. La tâche de mesure consiste généralement à déterminer la position et l'angle de courbure de la broche métallique intérieure. Lors d'une mesure CT, les broches métalliques génèrent pourtant fréquemment des artefacts dus au durcissement du faisceau et à un rayonnement diffus, ce qui, jusqu'à présent, rendait difficiles les mesures d'un boîtier plastique. Avec la CT multi-spectre, Werth Messtechnik propose une solution novatrice pour ces types de pièces multi-matières. Le logiciel de mesure WinWerth® convertit deux mesures CT, dont le spectre est "calé" sur la matière correspondante, en un seul et même volume. Ce volume peut être utilisé pour contrôler, par le biais de l'analyse d'image de contour 2D, des dimensions dans n'importe quelle coupe souhaitée. De plus, une méthode brevetée de détection du contour peut également être utilisée pour calculer un nuage de points 3D de l'ensemble de la pièce. En réduisant les artefacts dans le volume, l'incertitude de mesure générée par le calcul de dimensions entre les différentes matières diminue.

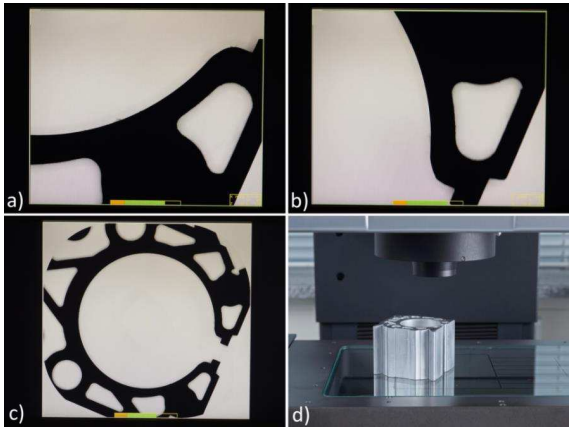


Tomographie multi-spectre Werth : la combinaison de plusieurs mesures CT (A et B) définies selon chaque matière permet de minimiser les artefacts (C et D)

Rasterscanning : une technique intelligente pour mesurer sans contact des pièces complètes

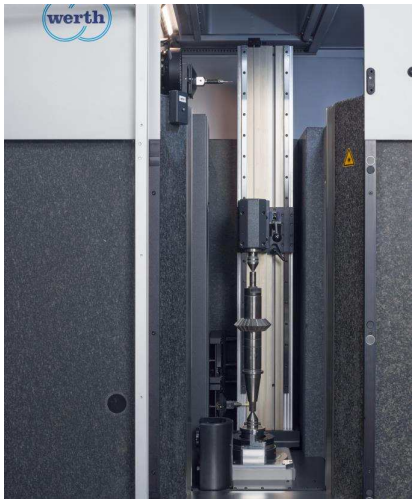
Le Rasterscanning permet de saisir, de façon automatique, des surfaces de grandes dimensions avec une résolution élevée. Par le mouvement continu du sensor d'analyse d'image, de très nombreuses images se chevauchant sont enregistrées à une fréquence élevée. Un processus de reconstruction breveté superpose ces images en une image d'ensemble avec le logiciel de mesure WinWerth®. L'évaluation finale se fait dans le le champ optique. Ainsi, le temps de mesure, surtout lorsque les dimensions sont nombreuses, est considérablement réduit puisqu'il n'est plus nécessaire de positionner le sensor sur chaque caractéristique. La superposition d'un grand nombre d'images permet, en outre, de réduire des incertitudes de mesure car plusieurs images sont évaluées de façon simultanée pour chaque mesure.

Le sensor d'analyse d'image peut également suivre n'importe quelle trajectoire 2D ou 3D prédéfinie (comme pour la mesure de plaquettes de coupe ou de pièces cintrées découpées complexes). Une trajectoire prédéfinie peut être créée à partir du modèle CAO ou d'un contour mesuré. Les zones inutiles n'étant pas enregistrées avec cette technique, on obtient donc une réduction du temps de mesure comparativement au "Raster-Scanning rectangulaire" conventionnel. Si on prend, pour exemple, la mesure d'un joint torique, seule une trajectoire prédéfinie circulaire sera parcourue, les angles et le centre de l'image d'ensemble seront "remplis" automatiquement ou selon ce que l'utilisateur aura défini.



Détail de l'image au début a) et à la fin b) de la trajectoire prédéfinie circulaire, image d'ensemble c) et pièce d)

Mesure d'étalons haute précision

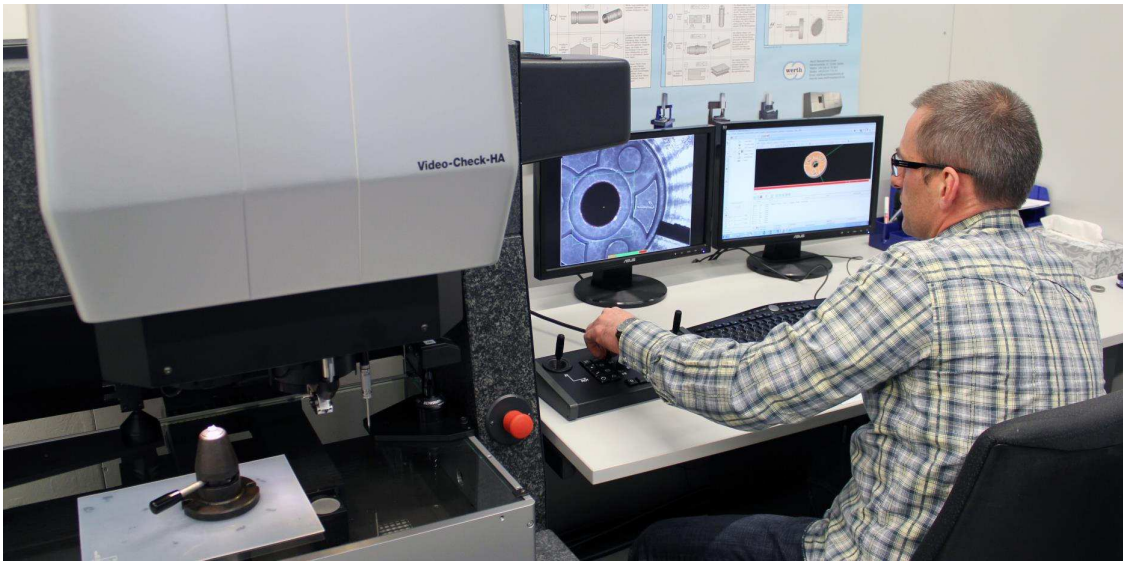


VideoCheck® V HA – une précision plus élevée avec une plage de mesure plus importante

Les exigences en matière de précision des pièces sont en constante augmentation et sont souvent de l'ordre du micron. De ce fait, les exigences en matière de dispositifs de mesure multiples, comme ceux utilisés par exemple dans l'industrie automobile, croissent dans les mêmes proportions. Comme toutes les machines Werth, le VideoCheck® V HA comporte une traçabilité et peut être utilisé pour le calibrage en usine des étalons. Si le Système de Management de la Qualité exige un certificat DAkkS, la machine peut, dans ce cas, être étalonnée selon la DIN EN ISO/IEC 17025 dans le propre laboratoire de Werth, accrédité DAkkS. Werth est actuellement le seul constructeur à fournir un certificat d'étalonnage DAkkS, pas uniquement pour des machines à mesurer optiques et par contact, mais également pour des machines équipées de la tomographie assistée par ordinateur. Le DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle) est l'organisme d'accréditation national allemand.

Grâce à une structure robuste en granit, une technique de guidage spécifique à paliers d'air et des règles de mesure stables même en cas de variations de température, le VideoCheck® V HA atteint des précisions de mesure de l'ordre du dixième de micron. Cette machine haute précision est équipée d'un axe rotatif vertical intégré, ce qui permet d'éviter que des pièces symétriques en rotation, telles que des arbres et des outils, ne s'affaissent sous leur propre poids.

Cette machine 3D, flexible, permet de mesurer, outre des dimensions extérieures, également un grand nombre d'autres caractéristiques comme des dentures, des perçages transversaux, etc. Le VideoCheck® V HA est également disponible pour des pièces dont les dimensions vont jusqu'à 1.000 mm en longueur et 320 mm en diamètre. Dans ce cas, la combinaison de l'analyse d'image et du sensor par contact SP80 permet d'obtenir une précision extrêmement élevée.



Contrôle de dentures avec des micro-palpeurs

Des sensors et un logiciel pour des micro-pignons

Comment garantir la qualité de roues planétaires de dimensions infimes montées dans des microsystèmes d'entraînement ? Une machine à mesurer MultiSensors, combinée à l'utilisation d'un Palpeur Fibre et d'un software spécifique, permet de relever ce défi et même, en mode scanning, de mesurer de façon précise des flancs de dents conformément aux normes les plus rigoureuses.

Des températures extrêmes allant de -100 à +200 °C, des vibrations et des chocs, telles sont les conditions auxquelles sont soumis les systèmes d'entraînement de maxon motor, société basée à Sachseln en Suisse, systèmes qui fonctionnent en toute fiabilité dans les conditions les plus rigoureuses. Ces systèmes constituent un choix évident pour des secteurs et des domaines d'application industriels particulièrement difficiles et exigeants. Dans l'exploration spatiale par exemple, les modules Mars Rovers Spirit et Opportunity de la NASA sont tous deux équipés de 39 mécanismes d'entraînement maxon, œuvrant sur la planète rouge depuis plus de dix ans dans des conditions particulièrement difficiles.

Des mécanismes d'entraînement qui sont de plus en plus petits et de plus en plus précis

Les moteurs à courant continu de maxon ne fonctionnent pas seulement dans l'espace, mais également sur Terre avec un rendement pouvant atteindre 90 %. Ils sont utilisés en téléphonie, dans la navigation et l'aéronautique pour assurer une communication de qualité. Ils améliorent également la sécurité au volant en agissant sur les amortisseurs, favorisent l'automatisation en production industrielle, aident à corriger les troubles de la vue en chirurgie des yeux et à doser, de façon précise, pour les patients souffrant de diabète, la dose d'insuline.

La tendance à la miniaturisation est palpable à travers tous les secteurs, ce qui suppose également que les mécanismes d'entraînement sont appelés à devenir toujours plus petits. Sous la dénomination « micro drives », maxon motor propose un programme modulaire composé de moteurs, de transmissions, de capteurs et d'une électronique de commande, pouvant être intégré à des unités d'entraînement minuscules de seulement 6 mm de diamètre.

Ces objets minuscules et leurs microcomposants doivent également satisfaire à des exigences qualité drastiques, ce qui est, dans tous les cas, une tradition chez maxon. En 1988 en effet, la société a été certifiée ISO 9001. Aujourd'hui, le fabricant de mécanismes d'entraînement satisfait également à diverses autres normes de qualité, la EN 9100 par exemple. Cette norme a été conçue pour des sociétés développant et fabriquant des composants pour l'industrie aérospatiale et aéronautique. La branche d'activité maxon medical, quant à elle, est certifiée conformément à la norme médicale ISO 13485 qui confirme que tous les processus et procédures sont documentés et donc, que la traçabilité est garantie.

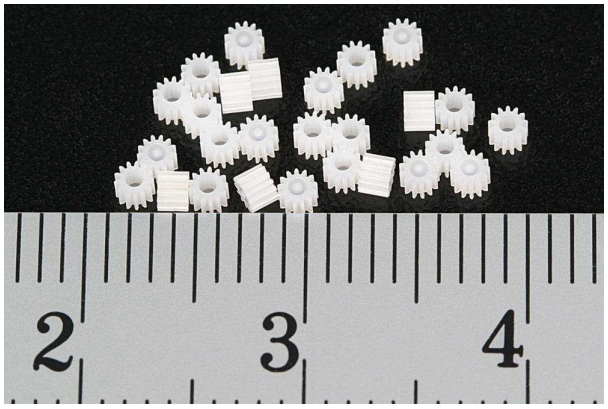
Le défi : des pignons de module 0,12

Roland Rossacher, Responsable du Développement Technique, a été en charge de la Qualité depuis plus de 20 ans chez maxon motor, déclare : "Nous sommes dans l'obligation, de par nos certifications, de contrôler même les composants de toutes petites dimensions. En l'occurrence, la mesure de pignons plastique moulés par injection, de module 0,12, qui sont montés dans notre micro-engrenage planétaire de 6 mm de diamètre, représente un défi particulier".

Il y a quelques années, le Directeur Qualité et son équipe ont dû trouver des moyens et des méthodes de mesure adaptés pour être en mesure de contrôler, dans le détail, les prescriptions liées au design de ces dentures infiniment petites, tâche à laquelle Adrian Burch, en charge de l'Assurance Qualité en Contrôle Montage, s'est consacré. En tant que spécialiste en mécanique de précision, il insiste sur les objectifs : "Il nous faut des résultats de mesure permettant à notre atelier d'outillage de réaliser des corrections efficaces et de produire avec un nombre de modifications aussi restreint que possible un moule d'injection compatible avec une fabrication série. En outre, la mesure doit s'adapter tant à une présentation d'échantillons initiaux de micro-engrenages qu'à des contrôles par prélèvements sur des lots de fabrication."

La construction d'outillages, la production et la mesure de ces micro-engrenages font partie des compétences distinctives de maxon motor, toutes regroupées au siège de l'usine en Suisse à Sachseln, à proximité de Lucerne. Une micromachine d'électroérosion, située dans la zone de production, utilise des fils dont le diamètre va de 0,02 à 0,2 mm, permettant de réaliser l'empreinte à partir du contour désiré de la dent. Les moules comportant jusqu'à huit empreintes servent à la fabrication fabriquer de pignons en plastique dans un processus de moulage par micro-injection.

Les méthodes classiques sont inadaptées à des engrenages en plastique de petites dimensions

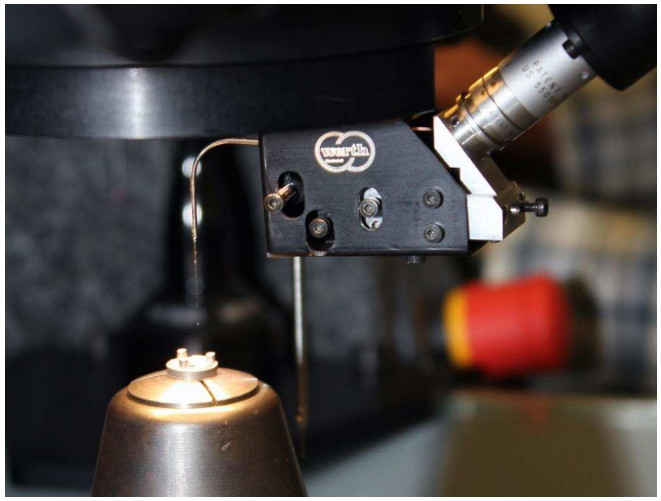


La boîte à engrenages planétaires GP6 renferme de minuscules roues planétaires, dont la mesure constitue un véritable challenge : des pignons de module 0,12 (diamètre de tête 1,908 mm, diamètre de pied 1,347 mm, nombre de dents 13, matière Delrin 100 – Photo : maxon motor).

Jusqu'alors, la mesure de denture s'effectuait au moyen d'un système de contrôle type banc – une méthode usuelle pour les roues dentées et planétaires qui est décrite dans la directive VDI/VDE 2608. Une roue-étalon spéciale est nécessaire pour chaque denture. L'étalon est imbriqué avec une force réduite sur la pièce à tester. Les deux roues tournent alors sans jeu sur l'ensemble de la circonférence. Les écarts d'entraxes et l'uniformité du mouvement sont calculés et évalués par le biais d'un logiciel. Pour les pignons plastique module 0,12 toutefois, le contrôle type banc n'a débouché sur aucun résultat satis-

faisant car, en dépit d'une pression infime exercée, les dents des pignons minuscules se déforment, générant des résultats erronés.

Pour A. Burch, il était évident qu'une mesure par contact conventionnelle avec un palpeur à déclenchement ou mesurant n'avait aucune chance. "Dans ce cas aussi, une force de palpage est nécessaire pour générer le signal du palpeur. De plus, le diamètre de ce type de sphères de palpage est bien trop grand pour mesurer les flancs de dents jusqu'au cercle de pied." Des méthodes optiques pourraient, en principe, être adaptées aux mesures, mais les flancs de micro-roues dentées ne sont pas accessibles avec des capteurs optiques. L'équipe Qualité a fini par trouver auprès de Werth Messtechnik une solution adaptée pour mesurer, de façon fiable, les micro-pignons. L'entreprise, située à Giessen, est leader en matière de mesure tridimensionnelle avec des sensors optiques, des systèmes MultiSensors, la tomographie par rayonnement X et dans le domaine du contrôle de micro-caractéristiques.



Le palpeur fibre WFP est un micro-palpeur destiné à des applications de haute précision. Il permet de réaliser très précisément des mesures par contact de géométries de dimensions infiniment petites avec des forces de palpage négligeables.

La solution : une mesure tactile-optique avec le Palpeur fibre (WFP)

L'équipe Qualité de maxon motor a opté pour une machine de mesure 3D haute précision, le VideoCheck® HA de Werth, dont l'incertitude de mesure de longueur bidirectionnelle MPE E1 avec le sensor d'analyse d'image est en fait de (0,5 + L / 900) µm dans de bonnes conditions de mesure ambiantes. Les responsables qualité ont choisi un objectif télécentrique avec grossissement x10, le palpeur à déclenchement TP200, l'optique Zoom Werth, le Palpeur Fibre Werth breveté « WFP » et le logiciel de mesure de denture WinWerth® GearMeasure. "Ce qui a été déterminant dans notre choix, c'était d'abord le palpeur fibre WFP", indique Roland Rossacher. "Ce palpeur permet en effet de mesure conformément à la norme des flancs sur des micro-dentures également, même en mode scanning."

Le WFP se compose d'une fibre de verre sur l'extrémité de laquelle est créée une sphère de palpage d'un diamètre ne dépassant pas 20 µm. A l'inverse d'une mesure par contact avec un palpeur conventionnel, le palpeur fibre fonctionne de façon tactile-optique. La tige du palpeur ne sert en fait qu'à positionner la minuscule sphère de palpage, et non à transmettre mécaniquement un signal à la tête de mesure. La position de la sphère est saisie de façon optique par le biais de l'objectif télécentrique. Il est ainsi possible d'utiliser des géométries de sphère de palpage infiniment petites avec une précision élevée (écart de palpage ≤ 0,3 µm). Comme avec un palpeur conventionnel, le logiciel utilise le rayon de la sphère de palpage pour calculer le point de mesure correspondant. La tige du palpeur étant très fine, les forces de palpage sont en fait négligeables, même avec les sphères de palpage les plus petites. Ainsi, le pignon en plastique le plus sensible ne subira aucune déformation.

La comparaison de contours pour la correction d'outils

Autre avantage : la force exercée sur la pièce étant pratiquement inexistante, aucun système de bridage complexe n'est nécessaire. Ralf Nutto, métrologue, est en charge depuis deux ans de la mesure avec le VideoCheck® HA de Werth. Il explique : "Nous fixons simplement avec une bande adhésive le petit pignon sur un socle et l'alignons sur le plateau de mesure. Nous saisissons ensuite le profil de la denture avec le sensor optique." Le logiciel de mesure WinWerth® calcule, à partir des données 2D, la trajectoire que le palpeur fibre parcourra pendant le scanning. Même si cela n'est pas impérativement nécessaire puisque le palpeur fibre peut scanner des contours inconnus, le scanning effectué selon une trajectoire définie est plus rapide. Le pignon ayant une hauteur d'environ 1 mm, le métrologue détermine que le contour de la denture sera scanné à une profondeur de 0,5 mm avec le palpeur fibre, là où la portée est la plus importante. Cette position ne peut être atteinte avec aucun autre procédé. Le diamètre intérieur de l'alésage de référence est également mesuré avec le palpeur fibre, afin de calculer ultérieurement la concentricité.

Le scanning permet d'obtenir une densité élevée de points du contour avec une précision inférieure à 1 µm. Ce contour mesuré peut ensuite être visualisé dans une comparaison CAO 3D basée sur l'ensemble des données CAO, sous forme de représentation colorimétrique des écarts. Cette évaluation présente, avant tout, un intérêt particulier pour la fabrication de moules, et permet de pouvoir corriger de façon ciblée un outillage, sur les zones présentant des problèmes.

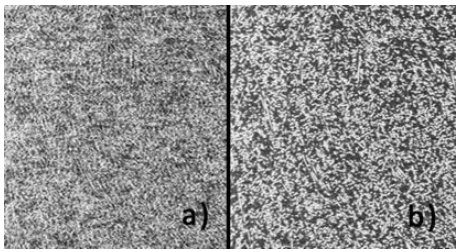
Des procédures simples, des données précises

Le programme de mesure de denture GearMeasure est entièrement intégré au logiciel WinWerth®. Après avoir entré les données nominales et de mesure, la séquence de mesure est générée et exécutée entièrement automatiquement, y compris les trajectoires de déplacement. Le logiciel calcule les écarts classiques de la denture, comme les dispersions de profil des développantes et des flancs, les erreurs de pas, la topographie de la surface, les écarts d'épaisseur de la dent et la concentricité.

Le responsable de l'Assurance Qualité du Contrôle Montage, Adrian Burch, est également particulièrement satisfait du temps qui est nécessaire à l'exécution d'une mesure. "La durée d'une mesure par pièce est d'environ dix minutes, tandis que la programmation par type de pignon ou roue dentée demande un peu plus de temps. Nous pouvons ensuite évaluer les données offline." Pour lui, ainsi que pour Roland Rossacher, Responsable du Développement Technique, il n'y a pas de doute : le renforcement du savoir-faire métrologique en intégrant la mesure de denture avec le palpeur fibre s'avère fructueux. Les étapes nécessaires à la correction des outillages ont été réduites et les efforts nécessaires au contrôle pendant la fabrication en série sont également en fort retrait, grâce à l'amélioration des contrôles sur échantillons initiaux et à l'évaluation des processus. R. Rossacher ne cache pas sa satisfaction : "Des milliers de ces pignons sont utilisés et les mesures fonctionnent de façon irréprochable."

Roland Rossacher (à gauche), Responsable du Développement Technique chez maxon motor, et Adrian Burch, Responsable Assurance Qualité au Contrôle Montage, évaluent les résultats d'une mesure à l'aide d'une représentation colorimétrique des écarts.

La correction de Drift améliore la résolution et la répétabilité



C'est seulement lors de la mesure avec correction de Drift (à droite) que l'orientation des fibres, qui ne sont que de quelques microns, est parfaitement visible sur la pièce en matière plastique chargée de fibre de verre

Afin de répondre aux exigences croissantes portant sur les machines de mesure équipées de la tomographie par rayonnement X, obtenir une très haute précision, absolue, une excellente répétabilité des valeurs de mesure ainsi que la détection des caractéristiques les plus petites sont indispensables. Les variations de température de la machine de mesure ont des répercussions sur la position des composants individuels et sont susceptibles d'occasionner des effets de Drift générant une dispersion des valeurs de mesure ou des volumes Voxel flous. Sur les machines de mesure équipées de la tomographie assistée par ordinateur (CT), le résultat de mesure est surtout impacté par le Drift du spot et de la pièce. Deux méthodes différentes, disponibles à partir de la version WinWerth® 8.40, peuvent être utilisées pour la correction de Drift de mesures sur les machines TomoScope® et TomoCheck® de Werth.

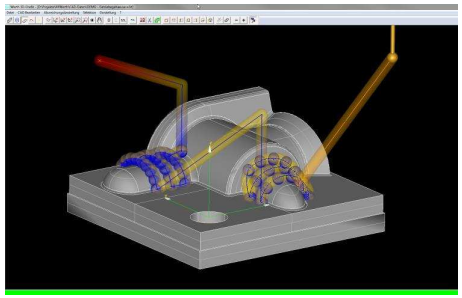
Une méthode consiste à mesurer la position d'un repère dans le dispositif de posage de la pièce. En procédant de la sorte avant une tomographie, le Drift peut également être corrigé par rapport à l'état du calibrage de la machine. Le Drift se produisant au cours de la mesure peut être corrigé par des déterminations constantes de la position, ce qui représente un avantage, surtout pour des mesures sur le long terme. Lors de la reconstruction du volume Voxel, le Drift est alors pris en compte, ce qui améliore la précision absolue et la répétabilité des résultats de la mesure.

De façon alternative, une tomographie rapide peut également être exécutée avec quelques rotations, avant ou après une mesure CT. Aucun effet de Drift ou presque ne se produisant sur une courte durée de mesure, les images radio de la tomographie rapide peuvent être utilisées pour la correction de Drift sur la mesure réalisée.

Dans la pratique, la correction de Drift améliore, par exemple, la capacité du moyen de mesure pour des pièces ayant des tolérances serrées, ainsi que la résolution pour des tâches de contrôle, comme lors de l'analyse de structures fibreuses.

Nouvelle représentation graphique des courses de déplacement dans la fenêtre graphique 3D

La visualisation des courses de déplacement peut désormais être activée dans la barre du menu de la fenêtre graphique 3D WinWerth® pour la vérification et l'optimisation de la séquence de mesure. Pour un meilleur rendu, il est possible de régler le nombre de caractéristiques entre lesquelles s'affichent les courses de déplacement. Pour cela, le repère d'insertion est positionné à n'importe quel endroit de la séquence de mesure dans l'arborescence. En fonction du sensor et de la tâche de mesure, le type de vue peut être sélectionné : avec le sensor d'analyse d'image par exemple, "minimal" n'indiquera que les courses de déplacement, tandis qu'avec des sensors par contact, "maximal" indiquera également le diamètre du stylet de palpage. La simulation graphique des courses de déplacement permet, d'un simple coup d'œil, de contrôler la séquence de mesure rapidement. L'optimisation des courses de déplacement réduit le temps de mesure et de rationalise la séquence de mesure.



Représentation des courses de déplacement avec diamètre de la sphère de palpage en mode "maximal"

Des travaux scientifiques récompensés

La Fondation du Dr.-Ing. Siegfried Werth a primé, en 2015, trois dissertations et une thèse de fin d'études portant sur la métrologie dimensionnelle sans contact. Deux thèses de fin d'études rédigées en interne chez Werth ont, par ailleurs, été distinguées avec le prix de la Fondation Friedrich-Dessauer et le prix d'encouragement Optence.

Remise des prix par la Fondation Werth

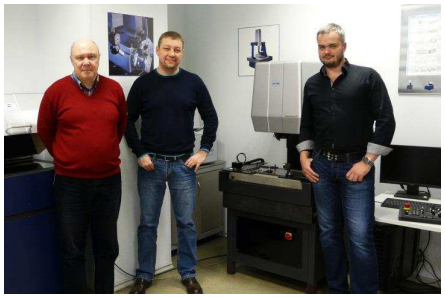
Dix années de collaboration avec notre partenaire russe Uran Joint Company

C'est en Janvier 2016 que nous avons fêté le dixième anniversaire de la fructueuse collaboration entre nos sociétés Uran Joint Company et Werth Messtechnik . C'est en 2016 également que la société Uran Joint Company a célébré les vingt ans de sa création. Ce spécialiste en métrologie 3D, dont le siège social se situe à St. Petersbourg, commercialise en Russie les machines de mesure MultiSensors Werth . La société dispose d'un centre de démonstration entièrement équipé où sont présentés un VideoCheck®, un ScopeCheck® et un FlatScope. Uran propose également à ses clients des formations, ainsi qu'une assistance technique pour tous les produits Werth.

Cérémonie d'ouverture traditionnelle chez Werth Metrology China

Werth poursuit son expansion en Chine

Le nouveau siège social de la société Werth Metrology China se trouve depuis la fin de l'année passée dans le Parc Hightech Nanopolis de Suzhou. Dans le même temps, un centre de démonstration d'environ 200 m² a ouvert ses portes, en collaboration avec la société Dantsin de Suzhou. Des machines de mesure MultiSensors de Werth y sont présentées : le VideoCheck® S, le ScopeCheck® S et l'Inspector® FQ ainsi que le FlatScope et le TomoScope® M.



Sergey Luchko, Fondateur de la société, et le Dr. Andrey Loskutov avec le Directeur Commercial Anton Orlov (de gauche à droite) devant le VideoCheck® S dans le showroom de la société

Extension du siège de la société à Gießen

Un agrandissement du siège de la société à Gießen a été récemment achevé avec l'adjonction de nouveaux bureaux, modernes, sur environ 1.000 m^2. Ceci reflète la croissance positive de l'entreprise et est un signe évident de notre attachement au "Made in Germany".

Le siège de la société à Gießen avec l'agrandissement des bâtiments

Impressum

Le Multisensor est le journal interne de
Werth Messtechnik GmbH
Siemensstraße 19, D-35394 Gießen (Allemagne)
Telefon: +49 641 7938-0, Fax: +49 641 7938-719
www.werth.de, mail@werth.de