

Wuchten

Balancing

Equilibrage

Auswuchtanforderung

In der Zerspanungstechnologie können die Werkzeuge in die Gruppen Schneidstoffe, Schneiden- bzw. Schneidteilgeometrie und konstruktive Gestaltung aufgeteilt werden. Die konstruktive Gestaltung gewinnt dabei zunehmend durch die sich immer schneller drehenden Werkzeuge an Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund sind auch die Auswuchtanforderungen an schnell-drehende Werkzeuge oder Werkzeugsysteme zu sehen. Das Wort "Unwucht" aus der Auswuchttechnik ist dabei nichts Außergewöhnliches oder Geheimnisvolles, sondern physikalisch betrachtet eine Masse m (Unwuchtmasse, Einheit g), die auf einem Radius r mit der Winkelfrequenz w umläuft, eine Fliehkraft F erzeugt.

$$\vec{U} = u \cdot \vec{r}$$

$$\vec{U} = \text{Unwucht, Einheit } g \cdot \text{mm}$$

u = Unwuchtmasse, Einheit g

r = Abstand des Schwerpunktes der Unwuchtmasse von der Mittelachse (Werkzeugachse), Einheit mm
(U und r sind ein Vektor)

Balancing requirements

In machining technology, tools can be divided into the following groups: tool materials, cutters and cutting edge geometry and structural design. The structural design is gaining increasing significance as a result of the constantly faster rotating tools.

The balancing requirements of fast-rotating tools or tool systems must be seen against this background. The word "imbalance" from balancing technology is nothing extraordinary or mysterious, but in physical terms refers to a mass m (imbalance mass, unit g), which rotating on a radius r with angular frequency w , produces a centrifugal force F .

$$\vec{U} = u \cdot \vec{r}$$

$$\vec{U} = \text{Imbalance, unit } g \cdot \text{mm}$$

u = Imbalanced mass, unit g

r = Distance of the center of gravity of the imbalanced mass from the center axis (tool axis), Unit mm
(U and r represent a vector)

Recommandations pour l'équilibrage

Les outils travaillant par enlèvement de métal se décomposent en plusieurs éléments et une composition finale définie. Cette composition prend de plus en plus d'importance à la mesure des augmentations des régimes de vitesses de rotation que connaissent aujourd'hui les outils tournants.

C'est la raison pour laquelle des recommandations d'équilibrage sont faites tant pour les outils que pour les systèmes d'outils. Le mot "balourd", qui est un mot du vocabulaire des techniques d'équilibrage, n'est pas extraordinaire et ne renferme pas de secret. Il traduit simplement des données physiques qui font qu'une masse m (balourd de la masse, unité g) crée une force centrifuge F à partir d'un rayon r et d'une fréquence angulaire w .

$$\vec{U} = u \cdot \vec{r}$$

$$\vec{U} = \text{Balourd, unité } g \cdot \text{mm}$$

u = Masse du balourd, unité g

r = Distance du point central de la masse du balourd et de l'axe de l'outil
Unité mm
(U et r sont des vecteurs)

Wuchtgüte

Bisher unterschiedliche Meinungen über Auswuchtanforderungen und Wuchtgüten konnten durch theoretische und experimentelle Untersuchungen zu unwuchtbedingten Prozeßinstabilitäten am Gesamtsystem (Spindel / Spannzeug / Werkzeug) als Richtlinie erarbeitet werden. Die Basis dafür bildete ein AiF-Projekt (Ausschuß industrieller Fertigung), das überdies Unterstützung fand durch den Fachverband Präzisionswerkzeuge im VDMA. Als Fazit dieser Untersuchung wird eine einheitliche Auswucht-Gütestufe Q16 empfohlen.

Aus den vorliegenden Projekterfahrungen kann davon ausgegangen werden, daß diese empfohlene Auswucht-Gütestufe einen wirtschaftlich sinnvollen und technisch durchführbaren Kompromiß darstellt.

Balance quality

Previously, differing opinions concerning balancing requirements and balancing qualities were able to be resolved through the production of a code of practice by theoretical and practical investigations into process instabilities in the overall system caused by imbalance (spindle / chuck / tool). An AiF (Ausschuß industrieller Fertigung [committee for industrial production]) project supported by the Precision Tool Association at VDMA (Association of German Machine Builders) provided the basis for these investigations. As a result of this investigation, a standard balance quality stage Q16 is recommended.

It can be assumed from the experience gained during this project that this recommended balance quality level represents an economically appropriate and technically feasible compromise.

Valeur d'équilibrage

Jusqu'à présent différentes opinions s'expriment au sujet des recommandations d'équilibrage à partir d'expérimentations théoriques et pratiques en fonction des instabilités globales existantes (Broche, Attachement / Outil) afin d'établir de normes. Le projet de base AiF, soutenu par le syndicat professionnel des fabricants d'outils VDMA, résume ces recherches par une valeur d'équilibrage Q16.

A partir des expérimentations pratiques effectuées pour ce projet, cette valeur recommandée est une valeur qui est à la fois économiquement et techniquement rentable.

Wuchten

Balancing

Equilibrage

Unwuchtausgleich

Die wesentliche Wirkung eines Unwuchtausgleichs als Ergebnis ist ein abgeschlossener Vorgang, durch den die Massenverteilung an einem Rotor (z.B. Werkzeugaufnahme, Werkzeug, ...) korrigiert wurde. Dies kann durch das Hinzufügen (positive Ausgleichsmasse) bzw. durch das Wegnehmen von Material (negative Ausgleichsmasse) erfolgen.

Imbalance compensation

The significant result of an imbalance compensation is a completed process by which the mass distribution at a rotor (e.g. tool chuck, tool, ...) has been corrected. This can be done by adding (positive compensating mass) or removing material (negative compensating mass).

Compensation du balourd

L'effet principal d'un équilibrage a pour résultat de compenser le balourd existant à partir d'une correction de la répartition des masses d'un rotor avec une méthode définie (par exemple attachement d'outil, outil, ...). Ceci se réalise par addition (compensation positive) ou par soustraction de matière (compensation négative).

Definition der Wuchtgüte

Zulässige Restunwucht U

Definition of balance quality

Permitted residual imbalance U

Définition de l'équilibrage

Balourd résiduel U

$$U = \frac{Q \cdot m \cdot 1000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

$$Q = e \cdot \omega = \text{constante [mm/s]}$$

$$Q = \frac{U \cdot \omega}{m \cdot 1000} = \frac{U}{m} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Q = Gütestufe (Q = G) [mm/s]

e = Schwerpunktverlagerung des Rotors von der Drehachse [µm]

ω = Winkelgeschwindigkeit [1/s]

n = Drehfrequenz [1/min]

m = Rotormasse [kg] (Werkzeuggewicht)

U = Unwucht [gmm]

Q = Quality level (Q = G) [mm/s]

e = Center of mass displacement of the rotor from the axis of rotation [µm]

ω = Angular velocity [1/s]

n = Rotary frequency [1/min]

m = Rotor mass [kg] (Tool weight)

U = Imbalance [gmm]

Q = Niveau d'équilibrage (Q = G) [mm/s]

e = Ecart du point central rotor et de l'axe de rotation [µm]

ω = Vitesse angulaire [1/s]

n = Fréquence de rotation [1/min]

m = Masse du rotor [kg] (Poids d'outil)

U = Balourd [gmm]

Es ist leicht ersichtlich, daß für einen Wuchtkörper mit der Masse m mit zunehmender Drehfrequenz die zulässige Restunwucht abnimmt. Bei Wuchtkörpern mit kleiner Masse ergeben sich ebenfalls kleine zulässige Restunwuchten.

Für hohe Umdrehungsfrequenzen und kleinen Massen ist die DIN - ISO bei feinen Wuchtgüten in der Praxis daher oft nicht mehr anwendbar.

Die zulässige Restunwucht nimmt dabei häufig Zahlenwerte an, die so klein sind, daß sie nicht mehr reproduzierbar meßbar sind. Bei schneller laufenden oder leichteren Rotoren sollte anstelle der Wuchtgüte eine zulässige Restunwucht definiert werden.

Restunsicherheiten sind nie auszuschließen, doch kann im Falle von modular aufgebauten Werkzeugen das Wuchten des Gesamtsystems durch unseren Wuchtservice die negativen Einflüsse nochmals minimieren. Die Restunsicherheit beim Einwechseln von Werkzeugen bleibt auch nach dieser Maßnahme bestehen.

It is easy to understand that for a balanced body of mass m, the permitted residual imbalance reduces with increasing rotary frequency. Balanced bodies of small mass also produce small permitted residual imbalances.

With high rotational frequencies and small masses, DIN - ISO can often no longer be used with fine balance qualities.

The permitted residual imbalance frequently amounts to numerical values, which are so small that they are no longer reproducibly measurable. With faster running or lighter rotors, a permitted residual imbalance should be defined instead of the balance quality.

Residual uncertainties can never be excluded, but in the case of tools with a modular design, the negative influences can be further minimized during the balancing of the entire system by our balancing service. The residual uncertainty in the interchange of tools will also continue after this procedure.

Chacun constate facilement que pour un corps équilibré avec une masse m, le balourd diminue en fonction de la fréquence de rotation. De même un corps équilibré avec une petite masse génère de faibles balourds.

Pour des fortes fréquences de rotation et des faibles masses, la norme DIN - ISO avec un équilibrage fin n'est plus utilisable dans la pratique.

En effet, le balourd résiduel prend alors en compte des valeurs tellement faibles que celles-ci ne sont plus mesurables de façon fiable. De même pour des rotors à haute vitesse, ou encore allégés, il devenait nécessaire de définir des valeurs résiduelles de balourd.

Des balourds résiduels fluctuants ne sont jamais exclus. Cependant en cas d'utilisation de nos outils modulaires, l'équilibrage du système d'outil complet permet à notre département équilibrage d'en minimiser les effets. Naturellement en cas de changement d'outils il est nécessaire de rééquilibrer à nouveau.

Wuchten

Balancing

Equilibrage

Wir bei Wohlhaupter haben die Anforderung an Wuchtgütern bei unseren mit "balanced" gekennzeichneten Produkten auf eine realisierbare und sinnvolle Restunwucht bzw. Restexzentrizität festgelegt (siehe Tabelle 2).

We at Wohlhaupter have met the requirement for balance qualities to a realizable and appropriate residual imbalance or residual eccentricity with products labeled "balanced" (see Table 2).

Chez Wohlhaupter la recommandation d'équilibrage avec les produits du type "balance" est réalisable. Le balourd résiduel ainsi que l'excentricité générée res-tent dans des valeurs de balourds résiduels techniquement acceptables (voir tableau 2).

Tabelle 1: Ausschnitt aus Diagramm "zulässige bezogene Restunwucht in Abhängigkeit von der Betriebsdrehzahl für verschiedene Gütestufen Q". (VDI 2060 bezeichnet die Gütestufen mit Q.)

Table 1: Section from graph "permissible related residual imbalance as a function of operating speed for different quality stages Q". (VDI 2060 designates the quality stages with Q.)

Tableau 1: Extrait du diagramme "Balourd résiduel en fonction des rotations pour différents niveaux d'équilibrage Q". (Voir Norme VDI 2060 décrivant les niveaux d'équilibrage et les valeurs Q correspondantes.)

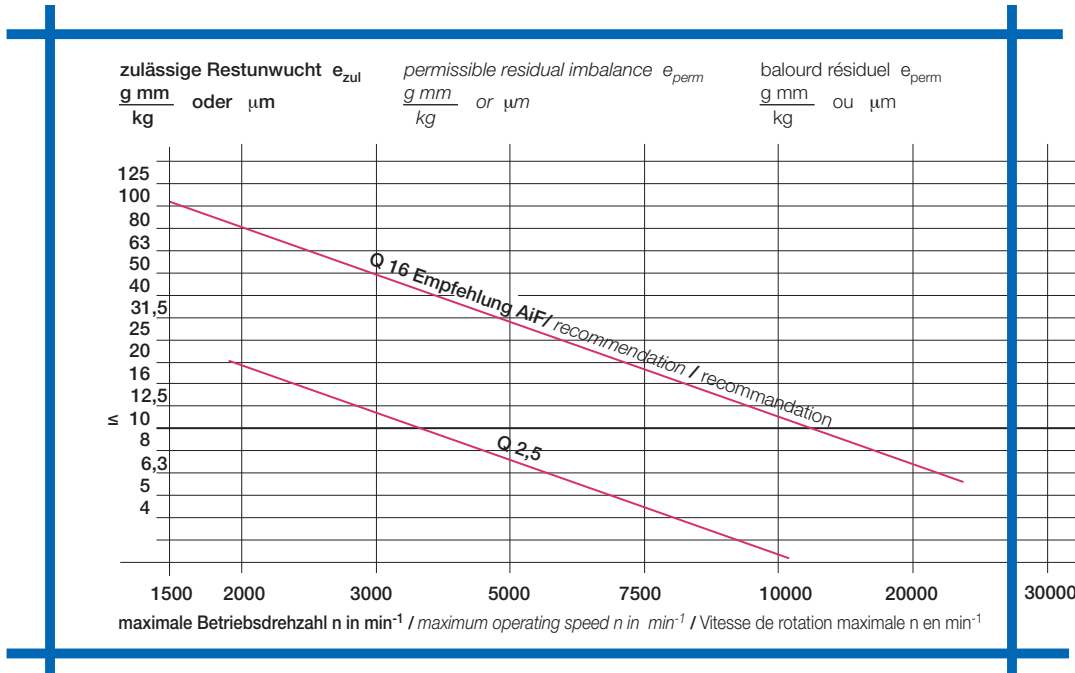


Tabelle 2: Ermittelte Richtwerte für erreichbare Auswuchtgütestufen bei einer angestrebten zulässigen Restunwucht von ≤ 10 gmm. (m = Werkzeuggewicht, Einheit kg)

Table 2: Approximate values determined for achievable balance quality stages with an attempted permitted residual imbalance of ≤ 10 gmm. (m = tool weight, unit kg)

Tableau 2: Valeurs calculées pour des niveaux d'équilibrage avec une valeur de balourd résiduel inférieure ou égale à ≤ 10 gmm. (m = Poids de l'outil, unité en kg)

