

ISO 199:2014 und ISO 492:2014 – Komplexität vs. Eindeutigkeit

Die Normen ISO 199 [1] und ISO 492 [2] wurden überarbeitet, um die Angabe der Toleranzmerkmale zu verbessern. Dabei wurden die modernsten Tolerierungsprinzipien nach ISO-GPS (Geometrische Produktspezifikation) angewendet.

IN FRÜHEREN FASSUNGEN von ISO 199 und ISO 492 wurden die Funktionsanforderungen durch verbale Beschreibungen nach ISO 1132-1 [3] angegeben. Diese waren nicht leicht verständlich. So waren etwa 10 Definitionen erforderlich, um die Toleranz eines Bohrungsdurchmessers zu beschreiben. Selbst Wälzlagerspezialisten waren sich nicht immer sicher, wie sie diese Definitionen verstehen sollten. Außerdem stellten sie eine für Außenstehende sehr ungewöhnliche Art und Weise dar, um sich Kenntnis über die Spezifikationen zu verschaffen. In der Automobilindustrie und im Maschinenbau ist die Angabe von ISO-GPS-Symbolen Stand der Technik und verbale

Beschreibungen werden schon jahrzehntelang vermieden.

Daher hat sich das ISO/TC 4 (Technisches Komitee der ISO für Wälzlager) 2009 dafür entschieden, auch die Toleranzmerkmale von Wälzlagern mit ISO-GPS-Symbolen anzugeben.

Damals konnten sich die ISO/TC 4-Experten nicht vorstellen, dass künftige Fassungen der ISO 199 und ISO 492 komplexe Spezifikationen enthalten würden, da es insbesondere bei der dimensionellen Tolerierung mit Ausnahme von ISO 286-1 [4] und ISO 286-2 [5] keine entsprechende ISO-GPS-Norm gab. Es war üblich, \pm -Toleranzen bei sämtlichen Abmessungen anzugeben, auch wenn es offensichtlich zu

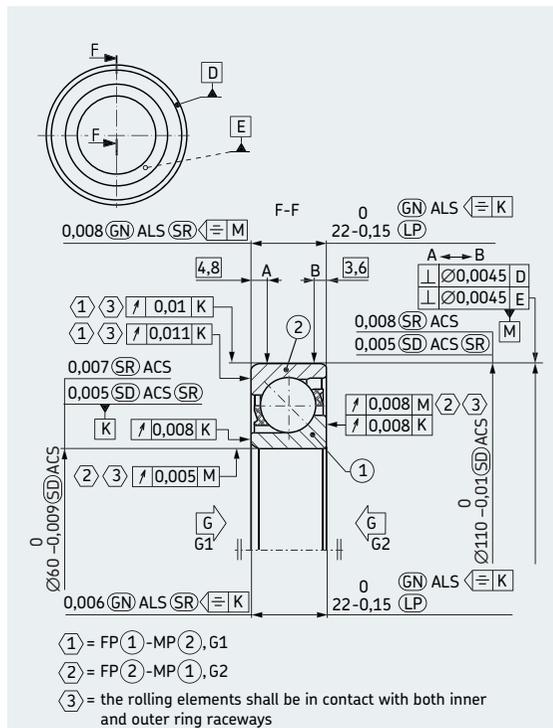


Bild 2: Einreihiges Schrägkugellager 7212, Toleranzklasse 5 – Toleranzangaben gemäß ISO 492:2014.

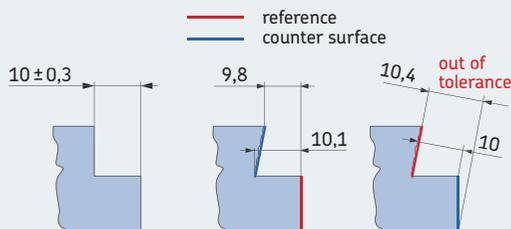
Spezifikations-Mehrdeutigkeiten kommen konnte, wobei der Benutzer der jeweiligen Spezifikation diese (beispielsweise bei Messungen) auf unterschiedliche Weise anwenden konnte (Bild 1).

Die Lage besserte sich, als 2010 die ISO-Norm 14405-1 [6] veröffentlicht wurde, die mehrere Möglichkeiten der dimensionellen Tolerierung beinhaltet. Diese ISO-GPS-Norm wurde sofort in die Normenentwürfe der neuen ISO 199 und ISO 492 aufgenommen und es konnten die passenden Merkmale zur Beschreibung der Funktionsanforderungen von Wälzlagern angegeben werden.

Die Komplexität

Die Normen ISO 199:2014 und ISO 492:2014 beinhalten nun ISO-GPS-Symbole. Allerdings ergibt sich eine ziemlich komplexe Zeichnung (Bild 2), wenn alle relevanten Merkmale, wie beispielsweise bei

Bild 1: Beispiel für die Mehrdeutigkeit von Spezifikationen.



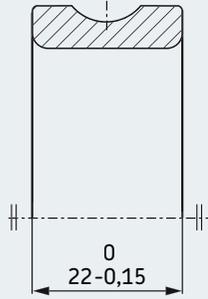


Bild 3: Breitenpezifikation des Innenrings eines Rillenkugellagers mit Defaultspezifikationsoperator.

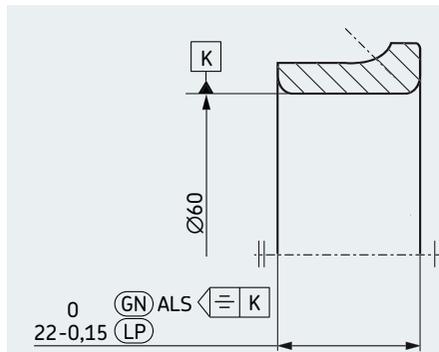


Bild 4: Breitenpezifikation des Innenrings eines Schrägkugellagers.

ISO-GPS-Normen berücksichtigt werden. Dies kann eine große Menge an Informationen bedeuten. In diesem Zusammenhang wird auf die Ausführungen über die Toleranzen für den Bohrungsdurchmesser eines Wälzlagers in *Evolution* #3 2012 [7] hingewiesen.

Betrachten wir noch einmal Bild 2 und insbesondere die Angaben zu den dimensionellen Toleranzen, so stellen wir fest, dass bei den Toleranzwerten auch immer Spezifikations-Modifikations-symbole angegeben sind.

Am Beispiel der Innenring-Breitenpezifikation (Bild 4) wird gezeigt, dass komplexe Angaben erforderlich sind, um Mehrdeutigkeiten zu vermeiden, die entstehen können durch

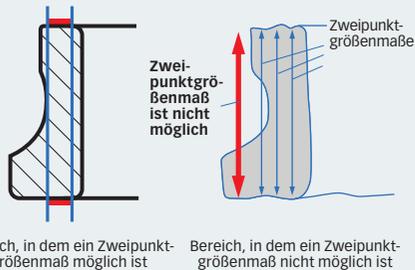
- die Basisgeometrie des Rings
- geometrische Abweichungen, die bei der Fertigung auftreten
- die undefinierte Orientierung von ALS (jeder beliebige Längsschnitt)
- örtliche Abweichungen auf den Ringseitenflächen.

Die Basisgeometrie des Rings

Die Ringe von einreihigen Schrägkugellagern sind unsymmetrisch. Dies bedeutet, dass ein Zweipunktgrößenmaß, wie es bei symmetrischen Ringen wie beispielsweise einem Rillenkugellager (Bild 3) verwendet wird, nicht zutreffend ist, da nur solche Bereiche eines Rings mit einem Zweipunktgrößenmaß versehen werden können, wo eine gegenüberliegende Fläche vorhanden ist (Bild 5).

Die Mehrdeutigkeit:

Wenn ein Zweipunktgrößenmaß spezifiziert ist, bliebe der Teil der großen Innenringseitenfläche neben der Schulter unberücksichtigt und wenn Formabweichungen außerhalb der Nenngeometrie auftreten, würde die Funktionsbreite des Rings entsprechend der Einbausituation nicht erkannt werden (Bild 6).



Bereich, in dem ein Zweipunktgrößenmaß möglich ist Bereich, in dem ein Zweipunktgrößenmaß nicht möglich ist

Bild 5: Zweipunktgrößenmaß bei einem unsymmetrischen Ring.

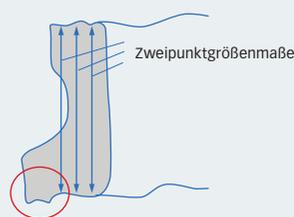


Bild 6: Formabweichung außerhalb des Zweipunktgrößenmaßbereichs.

einem einreihigen Schrägkugellager, angegeben sind.

Die Komplexität ist auf zwei Ebenen zu sehen:

- Ebene 1 basiert einfach auf der Anzahl von GPS-Merkmalen. Diese Art von Komplexität kann leicht eingegrenzt werden, indem man die Angaben in Portionen liest.
- Ebene 2 basiert auf der Notwendigkeit, die Toleranzspezifikation eindeutig zu machen und die Funktionsanforderungen an das Bauteil in GPS-Spezifikationen umzuwandeln.

Manchmal ist die ganze Spezifikation auf einer Zeichnung nicht sichtbar, weil Defaultspezifikationen gemäß ISO-GPS-Normen relevant sind.

Beispiel:

Bei der dimensionellen Tolerierung von Größenmaßelementen (z. B.

einem Zylinder), ist das Zweipunktgrößenmaß nach ISO 14405-1 der Defaultspezifikationsoperator. Daher wird das Spezifikations-Modifikations-symbole LP für das Zweipunktgrößenmaß bei den oberen und unteren Abweichungsgrenzen nicht angegeben. Dies ist beispielsweise relevant für die Ringbreitenpezifikation bei einem Rillenkugellager mit symmetrischen Ringen (Bild 3).

Hinweis:

Falls das Zweipunktgrößenmaß nur bei einer der beiden spezifizierten Abweichungsgrenzen angewendet wird, ist das Spezifikations-Modifikations-symbole LP hinter der betreffenden Abweichungsgrenze anzugeben (Bild 4).

Bei Defaultspezifikationsoperatoren müssen jedoch sämtliche Details der jeweiligen

Die Lösung:

Anwendung von GN , kleinstes umschriebenes Größenmaß nach ISO 14405-1. GN ist ein globales Größenmaß, das das gesamte Ausmaß der kleinen und großen Innenringseitenflächen berücksichtigt (Bild 7).

Geometrische Abweichungen, die bei der Fertigung auftreten

Nach der Wärmebehandlung neigen Ringe dazu, verformt oder verbogen zu sein. Diese Formabweichung besteht auch nach weiteren Verarbeitungsschritten wie Schleifen fort, denn selbst wenn ein in eine Werkzeugmaschine eingespannter Ring eben ist, so ist er nach dem Ausspannen aus der Maschine doch wieder verbogen. Dieses Phänomen kann nur durch eine aufwändige zusätzliche Wärmebehandlung zwischen den Schleifoperationen und/oder zusätzliche Schleifschritte kompensiert werden.

Ringe sind jedoch flexibel und werden nach dem Aufziehen und axialen Fixieren auf der Welle eben sein.

Die Mehrdeutigkeit:

Bei Anwendung von GN auf den gesamten Ring würde das Ergebnis einer Messung nicht die reale Situation nach dem Einbau widerspiegeln (Bild 8).

Die Lösung:

GN wird in ALS (jeder beliebige Längsschnitt) nach ISO 14405-1 angewendet und wirkt sich folglich nur auf Schnittlinien zwischen der ALS Ebene und den realen Ringseitenflächen und nicht mehr auf die gesamten Ringseitenflächen aus (Bild 9).

Undefinierte Orientierung von ALS

Die Mehrdeutigkeit:

ALS könnte unterschiedlich orientiert sein, beispielsweise einschließlich der Bohrungsachse,

einschließlich der Achse des Schulterdurchmessers oder senkrecht zur großen Ringseitenfläche.

Die Lösung:

ALS wird so orientiert, dass die Bohrungsachse eingeschlossen ist, da diese normalerweise als Bezug dient, um andere GPS-Merkmale des Innenrings auszurichten.

In der Zeichnung ist das Spezifikations-Modifikationssymbol $\text{GN} \text{ ALS} \text{ (} \text{K} \text{)}$ hinter ALS einzufügen (Bild 4). Dieses Modifikationssymbol bezeichnet die Schnittebene. Derzeit ist es nur in der ISO-Norm 1101 [8] über die geometrische Tolerierung enthalten, aber die ISO 14405-1 wird gerade überarbeitet und später auch Schnittebenen beinhalten. Das Symmetriesymbol im ersten Teil des Symbols gibt an, dass die Schnittebene einen im zweiten Teil des Symbols bezeichneten Bezug beinhalten muss. Basierend auf Letzterem ist die Bohrungsachse als Bezug festzulegen (Bild 4 und 10).

Folglich sind die beiden parallelen Linien, die das kleinste umschriebene Größenmaß definieren, symmetrisch an der Bohrungsachse orientiert.

Örtliche Abweichungen auf den Ringseitenflächen

Die Mehrdeutigkeit:

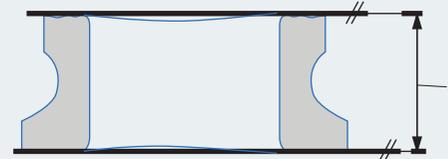
$\text{GN} \text{ ALS} \text{ (} \text{K} \text{)}$ kann keine örtlichen Abweichungen innerhalb der Nenngeometrie berücksichtigen (Bild 11).

Solche Abweichungen können einen schlechten Sitz der Ringseitenfläche auf der Wellenschulterfläche bewirken und beispielsweise zu Passungsrost führen.

Die Lösung:

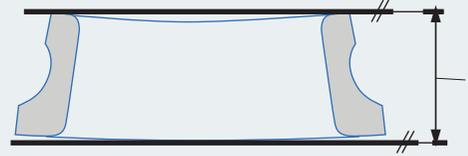
$\text{GN} \text{ ALS} \text{ (} \text{K} \text{)}$ wird nur für die obere Abweichungsgrenze angewendet. Für die untere Abweichungsgrenze wird das Zweipunktgrößenmaß spezifiziert.

In diesem Fall ist das Modifikationssymbol LP anzugeben, da es nur für die untere Abweichungsgrenze angewendet wird.



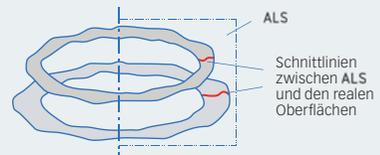
Kleinstes umschriebenes Größenmaß zwischen zwei parallelen Ebenen, die an den realen Ringseitenflächen assoziiert sind

Bild 7: GN angewendet auf einen unsymmetrischen Ring.



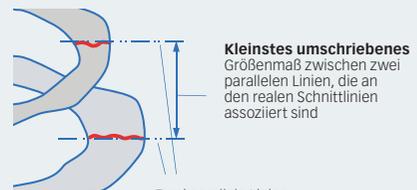
Kleinstes umschriebenes Größenmaß zwischen zwei parallelen Ebenen, die an den realen Ringseitenflächen assoziiert sind

Bild 8: GN angewendet auf einen verbogenen Ring.



ALS

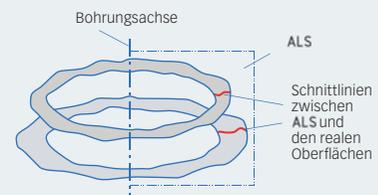
Schnittlinien zwischen ALS und den realen Oberflächen



Kleinstes umschriebenes Größenmaß zwischen zwei parallelen Linien, die an den realen Schnittlinien assoziiert sind

Zwei parallele Linien, die an den realen Schnittlinien assoziiert und ALS-orientiert sind

Bild 9: Schnittlinien, die von der ALS-Ebene und den realen Ringseitenflächen gebildet werden.



Bohrungsachse

ALS

Schnittlinien zwischen ALS und den realen Oberflächen

Bild 10: ALS einschließlich der Bohrungsachse.

Endgültige Größenmaßspezifikation

0 $\text{GN ALS} \leftarrow \text{K}$
22 -0,15 LP

Beschreibungen nach ISO 492:2014:

$\text{GN ALS} \leftarrow \text{K}$

Abweichung des kleinsten umschriebenen Größenmaßes der Innenringbreite zwischen zwei gegenüberliegenden Linien vom Nennmaß in jedem beliebigen Längsschnitt, welcher die Achse der Innenringbohrung beinhaltet;

LP

Abweichung von Zweipunktgrößenmaßen der Innenringbreite vom Nennmaß

Es mag paradox erscheinen, aber $\text{GN ALS} \leftarrow \text{K}$ kann auch auf einfache Art und Weise beschrieben werden, indem man sich diese Angabe als Messschieber vorstellt. Bei einem Messschieber gibt es zwei parallele Linien, die auf die Ringseitenflächen aufzubringen und nach ALS auszurichten sind, um das kleinste umschriebene Größenmaß feststellen zu können (Bild 12).

Jetzt könnte man natürlich fragen: Warum braucht man denn eine komplexe Spezifikation?

Eine passende Antwort wäre: Beim Messen mit einem Messschieber sind die richtigen Handgriffe von der Kompetenz und Geschicklichkeit der Person abhängig, die die Messung durchführt. Bei anderen Messeinrichtungen, etwa bei Koordinatenmesssystemen, geschieht nichts intuitiv und sämtliche Angaben für die Durchführung der Messung müssen auf einer vollständigen und eindeutigen Spezifikation beruhen.

Die Breitenabweichung bei unsymmetrischen Ringen ist lediglich ein Beispiel aus dem Gesamtumfang von ISO 199:2014 und ISO 492:2014.

Ein anderer Spezialfall ist die Laufspezifikation bei

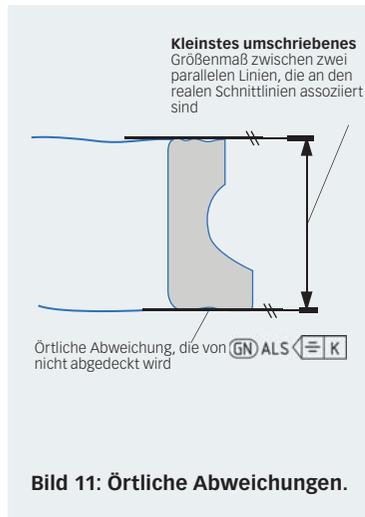


Bild 11: Örtliche Abweichungen.

zusammengebauten Lagern, bei denen Spezifikations-Modifikations-symbole nach ISO/TS 17863 [9] angegeben werden, um sicherzustellen, dass die Teile eines Wälzlagers, das eine bewegliche Einheit darstellt, zusammengehalten werden. Andernfalls würden sich Mehrdeutigkeiten beispielsweise aufgrund der Radial- oder Axialluft ergeben.

Diese und alle anderen Spezifikationen sind ebenfalls erklärungsbedürftig.

Zu diesem Zweck bietet SKF unter skf.com einen E-Learning-Kurs zum besseren Verständnis von ISO 199:2014 und ISO 492:2014 an. ●

Autor:

Hans Wiesner, Experte für Geometrische Produktspezifikation (GPS), SKF Group Technology Development – Standards & Practices, Österreich



Bild 12: Vergleich mit einem Messschieber.

Literatur

- [1] ISO 199 Rolling bearings – Thrust bearings – Geometrical product specification (GPS) and tolerance values
- [2] ISO 492 Rolling bearings – Radial bearings – Geometrical product specifications (GPS) and tolerance values
- [3] ISO 1132-1 Rolling bearings – Tolerances – Part 1: Terms and definitions
- [4] ISO 286-1 Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits
- [5] ISO 286-2 Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts
- [6] ISO 14405-1 Geometrical product specifications (GPS) – Dimensional tolerancing – Part 1: Linear sizes
- [7] SKF Evolution #3 2012 – Technology – Rolling bearings TC 4 meets GPS TC 213
- [8] ISO 1101 Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out
- [9] ISO/TS 17863 Geometrical product specification (GPS) – Geometrical tolerancing of moveable assemblies

Fazit

Es gibt immer berechtigte Gründe für komplexe Angaben, aber diese Gründe und die jeweiligen Zeichnungsangaben müssen erläutert werden. Dabei können die Nachteile von komplexen Angaben in die Vorteile von vollständigen Spezifikationen umgewandelt werden, wobei deren Mehrdeutigkeit auf ein Minimum reduziert ist.