Einleitung

Freie Fliehkräfte und freie Fliehkraftmomente, wie sie bei nicht oder schlecht ausgewuchteten Rotoren auftreten, sind aus verschiedenen Gründen unerwünscht oder gefährlich, sobald sie die im einzelnen geltenden Toleranzen überschreiten. In erster Linie führen sie zu unzulässig hohen dynamischen Lagerkräften, die sich den statischen Lagerkräften aus dem Eigengewicht oder den von den Gasdrücken bewirkten Lagerkräften bis zu deren Vielfachem überlagern und raschen Verschleiß und kurze Lebensdauer von Wälzlagern oder Gleitlagern zur Folge haben. Gutes Auswuchten erlaubt deshalb, Wälzlager leichter und raumsparender zu gestalten, und führt bei hydrodynamischen Gleitlagern zu einer höheren Sicherheit. Da die Fliehkräfte je Masseneinheit mit dem Quadrat der Drehzahl wachsen, bleiben die Fliehkraftbeanspruchungen, d.h. die Fliehkräfte je Flächeneinheit eines Konstruktionsteiles, nur dann auf ein bestimmtes zulässiges Maß begrenzt, wenn die auf seine Masse bezogene Restunwucht eines Rotors umgekehrt proportional zu seiner Drehzahl zurückgeht. Die Anforderungen an die Auswuchtgüte werden also um so schärfer, je höher die Drehzahl der Rotoren ist.

Da die von den Fliehkräften und Fliehkraftmomenten verursachten Lagerkräfte im Takte der Drehzahl umlaufen, können sie als Schwingkräfte in den Konstruktionsteilen zu Ermüdungsbrüchen an Gehäusen, Aufhängungen und Fundamenten und Gewaltbrüchen an umlaufenden Wellenteilen führen. Auch hier wird die Gefahr wesentlich erhöht, wenn Maschinen mit hohen Rotordrehzahlen in den Bereich von Wellen-, Gehäuse-, Fundament- und Gebäuderesonanzen gelangen oder diese Resonanzdrehzahlen durchlaufen. Das Auswuchten verkleinert hier die Erregungskräfte und behebt die Schwierigkeiten beim Resonanzdurchgang auf einfachste Weise. (Eigenschwingungszahlen von Bauteilen liegen oft zwischen 16 und 50 Hz, also gerade im Arbeitsbereich vieler Maschinen.)

Die genannten Ursachen, d.h. unausgeglichene Fliehkräfte in Verbindung mit Resonanzerscheinungen, können auch den Gebrauchswert einer Maschine, z.B. einer Schleifmaschine oder Holzbearbeitungsmaschine, herabsetzen, z.B. dadurch, daß die von ihnen hervorgerufenen Schwingungen die Arbeitsgenauigkeit beeinträchtigen. Gerade bei Werkzeugmaschinen bildet also das Auswuchten mit hoher Genauigkeit oft eine Voraussetzung für den Gebrauchswert und damit auch den Verkaufswert einer Maschine.

Mechanische Schwingungen in Form von schwingenden Verformungen können zur Verminderung des Reibschlusses an Schraub- und Keilverbindungen führen und auch auf diese Weise unvorhersehbare Schadensfälle und Bruchkatastrophen durch Lösen von Schrauben oder Muttern an Motorgehäusen auslösen.

Auch die Beeinträchtigung der Sicherheit der Handhabung und die Ermüdung beim Gebrauch unruhig laufender Geräte und Handwerkzeuge in Werkstatt und Haushalt dürfen nicht übersehen werden, ebensowenig wie Fahrzeugschwingungen mit ihrem lästigen Einfluß auf die Insassen. Auch in diesen Fällen wird mit zunehmender Frequenz das Auswuchtproblem immer wichtiger, weil für die menschliche Empfindlichkeit gegen mechanische Schwingungen nicht der absolute Schwingungsausschlag $\hat{s}$, sondern das Produkt $\hat{s} \cdot \omega$, zumindest im Bereich der von Rotoren verursachten Schwingungen, maßgebend ist.

Schließlich trägt ungenügendes oder falsches Auswuchten auch zu lästiger Geräuschbildung durch Luftschall und Körperschall bei, bei hohen Drehzahlen auch auf größere Entfernungen. Der ruhige, geräuscharme Lauf wird fast stets bewußt oder unbewußt zur Beurteilung der Auswuchtgüte, allgemein aber auch der Fertigungsgüte einer Maschine, z.B. eines Elektromotors, herangezogen. Im Bereich des Umweltschutzes sind im übrigen gerade bei der Lärmabwehr die Anforderungen in den letzten Jahren erheblich heraufgesetzt worden. Das Auswuchten wird deshalb heute auch unter dem Gesichtswinkel des Emissionsschutzes betrachtet.

Richtiges Auswuchten führt also stets zur Erhöhung der Sicherheit, Lebensdauer und Gebrauchsfähigkeit von Maschinen. Es ist deshalb nicht nur aus technischen Erwägungen heraus zu fordern, sondern auch aus wirtschaftlichen und ökologischen. Ausgewuchtet werden deshalb beispielsweise

im Kraftmaschinen- und Kraftfahrzeugbau : Kurbelwellen, Schwungräder, Kupplungen und deren Einzelteile, Schwingungsdämpfer, Riemenscheiben, Flügelräder, Aufladegebläse, Teile von Flüssigkeitsgetrieben und Hilfsmaschinen, wie Anlassern und Scheibenwischern, Kardanwellen, Räder und Radsätze, Bremstrommeln, Reifen;

im allgemeinen Maschinenbau und Elektromaschinenbau : Dampf- und Gasturbinenläufer, Kompressorenläufer, Pumpenläufer, Getriebeteile, Schwungräder, Kupplungen und Kupplungsteile, Verbindungswellen; alle Elektromotoren-, Generatoren- und Erregermaschinenanker; schnellaufende Teile von Transportanlagen und Transmissionen;

im Werkzeugmaschinenbau und Vorrichtungsbau : Messerwellen, Schleifscheiben und deren Wellen, Antriebsaggregate, Getrieberäder, Kupplungen; Spindeln von Drehmaschinen, Bohr- und Fräseinheiten von Bearbeitungszentren, Planscheiben, schnellumlaufende Einrichtungen an Drehmaschinen, Schwungräder und Kupplungsteile von Pressen; Schmieröl-, Hydrauliköl- und Kühlwasserpumpenläufer;

in der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie und im Apparatewesen : Zentrifugen, Rührwerke, Pumpen und Verdichter, Gebläse, Schlagwellen, Spinnspindeln; Walzen von Papiermaschinen und Druckereimaschinen, Gelenkgetriebeteile, wie z.B. Nähmaschinenantriebe;

in der Feinwerktechnik, dem Meßgerätebau und in den Anlagen für die elektronische Datenverarbeitung : Uhrenunruhen, Drehspulen, Kleinstmotorenanker, Kreiselgeräte; Meßgerätezeiger, Meßnaben, Torsionsdynamometer, Rotoren von elektromagnetischen und hydraulischen Bremsen; Drehanoden für die medizinische Technik, Drehantennen im Nachrichtenwesen, preßluftgetriebene Bohrer für die Zahnmedizin; Speichertrommeln, Speicherplatten; Phonoantriebe;

in der Verkehrstechnik und in der Raumfahrt, soweit nicht bereits als Teile von Kraftmaschinen oder Hilfsmaschinen ausgewuchtet : Propeller, Schiffsschrauben; Raumflugkörper.

Der Bereich der in Auswuchtprozessen erfaßten Rotorgewichte reicht heute von Bruchteilen eines Gramms bis zu 250 t; Rotordrehzahlen, bei denen ausgewuchtet wird, reichen von 30 bis 240 000 min^{-1}, d.h. 1/2 bis 4000 s^{-1}. Hinsichtlich der Rotor- und Lagerabmessungen lassen sich keine Grenzen nennen.

http://www.springer.com/978-3-642-17236-6

Auswuchttechnik
Band 1: Allgemeine Grundlagen, Meßverfahren und Richtlinien
Federn, K.
2011, XVIII, 450 S. 195 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-642-17236-6