

winLIFE ZAHNRÄDER UND LAGER

Voraussetzungen

Um die folgenden Berechnungen durchführen zu können, ist das Programm

winLIFE ZAHNRÄDER UND LAGER zusätzlich zu winLIFE BASIS erforderlich.

Dieses Modul ist nur in deutscher Sprache verfügbar.

Lebensdauer von Zahnrädern und Lagern

Die Ermüdung von Zahnrädern geschieht im Zahnfuß durch Biegung und in der Zahnflanke durch die Ausbildung von Grübchen (Pittings). Beide Schädigungsmechanismen laufen gleichzeitig ab und je nach Materialeigenschaften und Konstruktion wird einer der beiden Phänomene dominieren. Da nicht bekannt ist, welcher Effekte dominiert, sollten bei der Lebensdauerberechnung beide Schadensmöglichkeiten untersucht werden.

Zahnfußermüdung

Zahnfußermüdung resultiert aus der bei jedem Zahneingriff auftretenden dynamischen Zahnfußspannung, die zu einem Primäranriss führen kann, der schließlich in einem Zahnbruch endet. Die Geometrie (Kerbfaktor), Oberfläche und Spannung sind die entscheidenden Einflussgrößen.

Es wurden in Normen und Forschungsvorhaben Regeln zur Verwendung und Herleitung von Wöhlerkurven für Zahnräder abgeleitet, an die sich winLIFE anlehnt. Der Benutzer kann natürlich auch seine eigenen Daten verwenden.

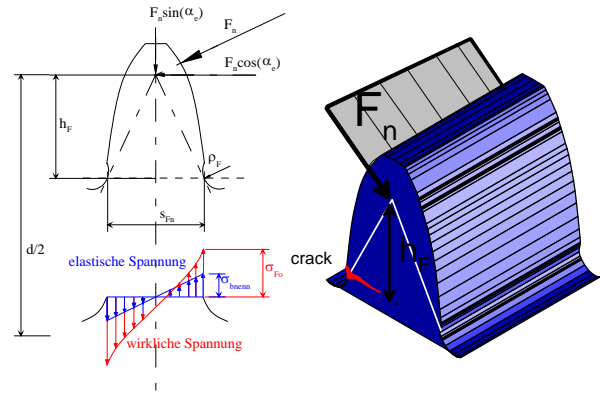


Bild 27: Kräfte an einem Zahn und daraus resultierende Spannungen im Fuß.

Zahnflankenermüdung (Pittings)

Die Normkraft auf die Zahnoberfläche in dem Bereich, wo keine Gleitbewegung der Oberflächen stattfindet, sondern ein reines Abwälzen, bewirkt Hertz'sche Pressung, die zur Grübchenbildung (Pittings) führen kann.

Die Lebensdauer kann mit speziell dafür ermittelten Wöhlerkurven erfolgen.

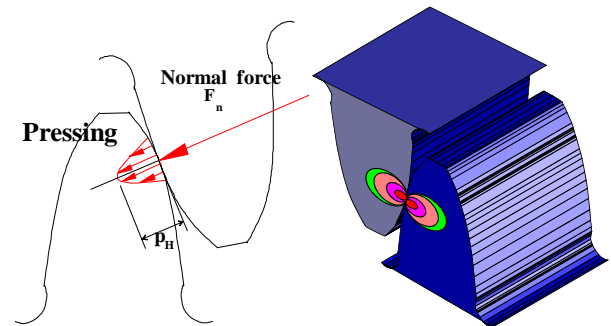


Bild 28: Kraft an einem Zahn und daraus resultierende Pressung in der Zahnflanke

Lebensdauer von Wälzlagern



Bild 29 : Wälzlager

Der Grund für die Ermüdung von Wälzlagern ist ähnlich wie die der Pittingbildung bei Zahnrädern: die Hertzsche Pressung der Oberflächen.

Auch diese Lebensdauer kann mit Wöhlerkurven beschrieben werden und die Hersteller ermitteln dazu Daten. Auf der Basis dieser Daten erfolgt die Abschätzung der Lebensdauer.

Wöhlerkurven und ihre Modifikation

Bei der Lebensdauerberechnung für Lager und Zahnräder sind ebenfalls Modifikationen üblich, die folgend dargestellt sind:

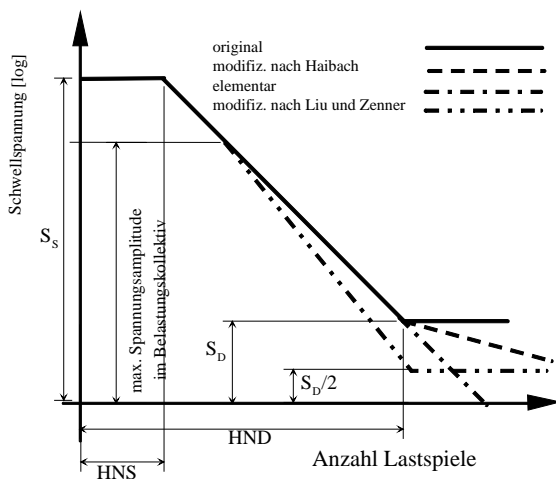


Bild 30: mögliche Varianten von Wöhlerkurven für Zahnräder und Lager

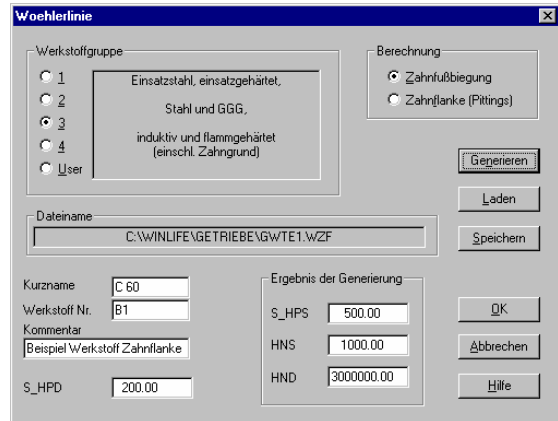


Bild 31: Eingabemaske zur Generierung einer Wöhlerlinien für Zahnräder.

Die Erzeugung einer Wöhlerlinie erfolgt basierend auf DIN Standards oder FVA Richtlinien an Hand der oben abgebildeten Maske (Bild 31). Daten für Wälzlager werden den Katalogen der Hersteller entnommen.

Eingabe eines Lastkollektivs

Die Lebensdauer von Zahnrädern und Lagern hängt von der Anzahl der Umdrehungen und der dabei wirkenden Belastung – Drehmoment bzw. Kraft - ab.

Die Vorgabe kann durch die Eingabe eines Kollektivs in die folgende Maske erfolgen.

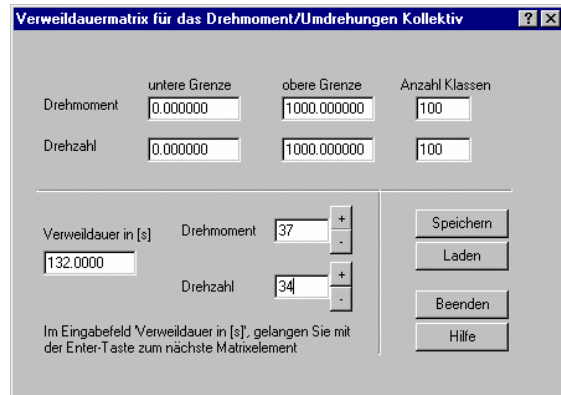


Bild 32: Eingabemaske zur Vorgabe der Verweildauermatrix.

Es muss für jedes Element der Drehzahl-Drehmoment-Matrix eine Verweildauer angegeben werden. Da eine typische Matrix hunderte von Elementen enthält, ist die manuelle Eingabe sehr aufwändig und nur in Ausnah-

mefällen üblich. Man wird in der Regel eine derartige Matrix aus einer Messung oder Simulation entnehmen.

Bild 33 zeigt eine Verweildauermatrix, wie sie aus dem winEVA System erhalten wurde. Die winLIFE-Schnittstelle ist gut dokumentiert, so dass auch zu anderen Systemen mit wenig Aufwand eine Verbindung hergestellt werden kann.

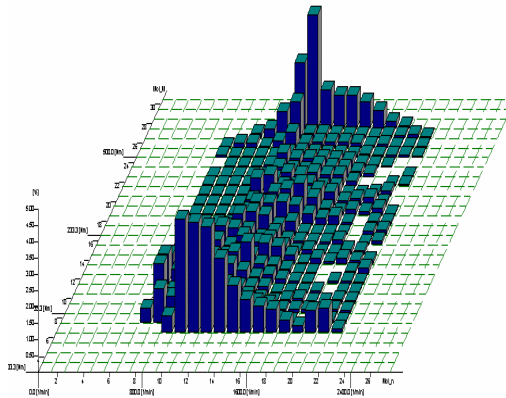


Bild 33: Zeitanteile der Verweildauer von Drehzahl und Drehmoment des Zahnrades in einer Verweildauermatrix dargestellt

Die Verweildauermatrix wird automatisch in eine Drehmoment-Drehzahl Tabelle bzw. Kraft-Drehzahl-Tabelle konvertiert. Das Ergebnis zeigt Bild 34.

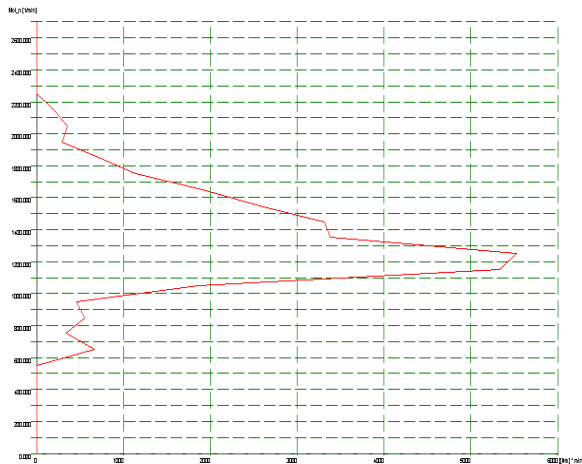


Bild 34: Drehmoment über Drehzahl für ein Zahnrad

Umrechnung auf das Bauteil

In vielen Fällen wird das dem Benutzer vorliegende Belastungskollektiv nicht dem für das Zahnrad entsprechen. Dies liegt oft daran, dass die Messung meist an einfach zugänglichen Wellen (Eingang / Ausgang) erfolgt. Es muss daher noch eine Umrechnung auf die am Zahnrad wirkenden Drehzahlen und Drehmomente erfolgen. Bei Planetengetrieben wird diese Umrechnung oft dadurch erschwert, dass keine festen Drehzahlbeziehungen vorliegen und dass sich zusätzlich die Übertragungsrichtung ändert.

Schadensakkumulation

Die Lebensdauer wird mit Hilfe der linearen Schadensakkumulation berechnet. Die Ergebnisse werden detailliert im Protokollfile dokumentiert.

Benutzerkomfort

Da die Phänomene der Ermüdung von Zahnrädern und Lagern ähnlich der anderer Bauteile ist, sind auch die Abläufe der Berechnung ähnlich wie im winLIFE BASIS-Modul. Ein Benutzer, der winLIFE BASIS bedienen kann, wird sich schnell in winLIFE ZAHNRÄDER UND LAGER einarbeiten können, da die Programmstruktur und Benutzerführung ähnlich aufgebaut sind.

Kontakt:

Steinbeis Transferzentrum
 Neue Technologien in der Verkehrstechnik
 Prittwitzstr. 10
 89075 Ulm
 Tel.: 07325 3306
www.stz-verkehr.de