

Lebensdauerberechnung mit winLIFE

Wann ist eine Lebensdauerberechnung notwendig

Wenn man eine FEM-Berechnung durchführt, dann erhält man als Ergebnis Spannungen und Dehnungen der Struktur. Die Genauigkeit der Berechnung ist gut und die Abweichungen zur Realität sind – bei geeigneter Handhabung der FEM – gering. Die FEM ist somit ein sehr zuverlässiges Werkzeug und sie hilft dem Konstrukteur zu verstehen, wie ein Bauteil belastet ist und wo ihre kritischen Stellen sind. Im Falle einer rein statischen Beanspruchung kann man die maximal berechneten Spannungen mit einem sinnvollen Grenzwert, z.B. der Streckgrenze, vergleichen. Wegen Unsicherheiten bei den Lastannahmen, Geometrieabweichungen zwischen Modell und Realität, Fertigungseinflüssen wird man einen Sicherheitsfaktor verwenden und kann dann rein statisch dimensionieren.

Eine völlig andere Situation liegt vor, wenn die Struktur dynamisch, d.h. durch eine zeitveränderliche Last, beansprucht wird. In einem solchen Fall ist nicht mehr der Absolutwert der wirkenden Spannungen entscheidend sondern insbesondere die Schwingweite der Spannungen und deren Häufigkeit.

Das folgende Bild soll dies erklären: Eine Eisenbahnachse wird durch ein Biegemoment resultierend aus den Achslasten beansprucht. Steht die Achse still, so liegt eine rein statische Beanspruchung wie bei einem Biegebalken vor, die sehr einfach berechnet werden kann.

Auf der Oberseite herrscht Druck, die Unterseite ist durch Zugspannungen beansprucht. Bei der rollenden Achse wandern nun die Teilchen von der Druckseite in die Zugseite und die Anzahl dieser Wechsel entspricht der Anzahl der Umdrehungen.

Die von einem Werkstoff mit großer Anzahl ertragbare Spannungsamplitude ist erheblich kleiner als die Streckgrenze. Weiterhin ist nicht der Absolutwert der Spannung sondern die Schwingamplitude (oder halbe Schwingweite) maßgeblich, die sich nicht aus einer statischen Berechnung ermitteln lässt.

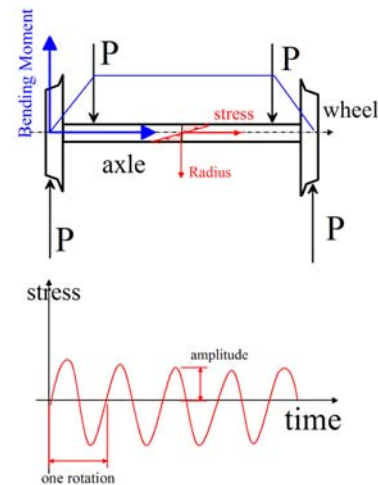


Bild 1: Kräfte, Biegemoment und Spannungen in der Achse eines Eisenbahnwagens

Das bedeutet auch, dass der Ort des Versagens unter Ermüdung nicht mehr mit dem Ort einer maximalen statisch berechneten Spannung zusammenfallen muss. Folglich ist eine rein statische Dimensionierung nicht geeignet, die Phänomene der Ermüdung in physikalisch zutreffender Weise zu erfassen.

Die Spannungen der Schwingbelastung können zu einem Anriss – meist an der Oberfläche – führen, der sich fortsetzt und in das Bauteil hineinwandert und so die tragende Fläche verkleinert. In Abhängigkeit von der Anzahl der Lastspiele wird die tragende Querschnittsfläche immer kleiner bis schließlich – meist bei einer Spitzenbelastung – schlagartig der Bruch eintritt.

Dieser plötzliche Bruch ist charakteristisch für Ermüdungsprobleme und kann zu verheerenden Schäden führen. Es gibt dafür viele Beispiele in der Geschichte der Technik: Ölplattformen, Eisenbahnen, Flugzeuge und Automobile sind davon betroffen.

Der Entdecker dieser Ermüdungsphänomene ist August Wöhler (1819 – 1914), der durch seine Forschungsarbeiten an Eisenbahnachsen diese Zusammenhänge als erster erkannte.



Die bekannten und nach ihm benannten Wöhler-Linien sind auch heute noch eine sinnvolle Basis für die Lebensdauerabschätzung.