

Untersuchung der Kerbwirkung bei Kunststoffen unter Wechsellast

Prüfstandsentwicklung und Kerbwirkungsbewertung unter zyklischer Belastung

Diplomand



Manuel Vetter

Problemstellung: Die Verwendung von Kunststoffen nimmt kontinuierlich zu. Sie finden auch in Geräten oder Systemen ihre Verwendung, welche einer zyklischen Krafteinwirkung unterliegen. Hinsichtlich verschiedenster Faktoren (Design, Gewicht, Bauraum, etc.) weisen diese Bauteile oft eine Kerbe auf. Dadurch entsteht im Bauteil eine Schwachstelle, bei welcher sich aufgrund externer Kräfte Spannungsspitzen bilden. Dies stellt eine der häufigsten Schadensursachen von Kunststoffteilen dar.

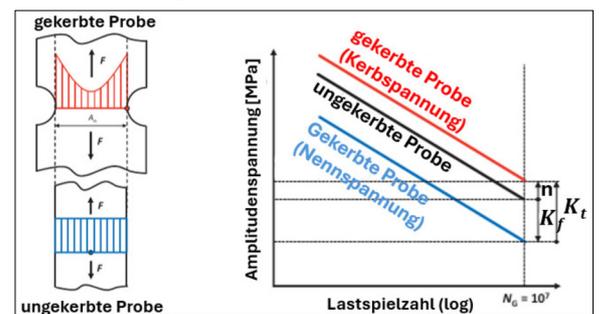
Solche lokale Spannungsspitzen können die Lebensdauer der Bauteile erheblich verkürzen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn keine belastungsgerechte Auslegung erfolgt. Für Kunststoffe fehlen bislang verlässliche Kennwerte zur quantitativen Erfassung der Kerbwirkung, weshalb in der Praxis häufig mit pauschalen Sicherheitsreserven gearbeitet wird. Im Gegensatz zu metallischen Werkstoffen sind die relevanten Einflussgrößen, wie Geometrie, Lastfall und besonders Werkstoffverarbeitung bisher nur unzureichend untersucht, was eine präzise und materialgerechte Dimensionierung erheblich erschwert.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Arbeit ist es, die Auslegung gekerbter Kunststoffbauteile unter zyklischer Belastung zu verbessern. Dazu soll systematisch untersucht werden, wie verschiedene Einflussgrößen wie Spritzgussparameter, Kerbradius oder Lastniveau das Versagensverhalten beeinflussen. Hierzu ist ein Versuchsaufbau zu entwickeln, der die parallele Prüfung mehrerer Proben gleichzeitig ermöglicht. Auf Grundlage der Ergebnisse sind Kennliniendiagramme abzuleiten, die eine praxisnahe und FEM-gestützte Auslegung unterstützen. Abschliessend sind die gewonnenen Erkenntnisse anhand eines realen Bauteils zu überprüfen.

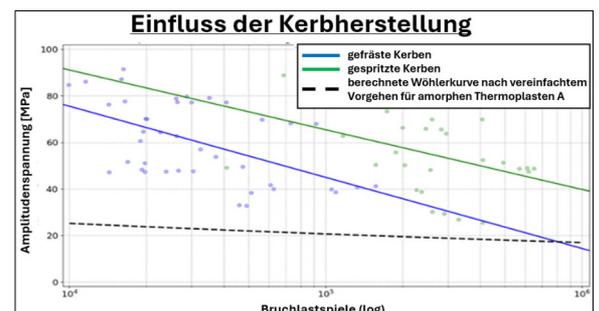
Ergebnis: Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Prüfstand zur parallelen Durchführung dynamisch-zyklischer Werkstoffprüfungen entwickelt, aufgebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Das System ermöglicht Vierpunktbiegeversuche unter Wechsel- und Schwelllast. Die, an den Krafteinleitungsstellen erfassten Kraftverläufe, dienen als Eingangsgrößen für die Spannungs- und Dehnungsberechnung mittels FEM-Simulationen. Zudem bietet der Prüfstand das Potenzial, Hysteresekurven über integrierte Beschleunigungssensorik zu bestimmen. Die Ergebnisse der Wechselfestigkeitstests am amorphen Thermoplasten A zeigen, dass gespritzte Kerben, niedrige Prüftemperaturen sowie optimierte Spritzgussparameter (insbesondere hoher Nachdruck) die Lebensdauer, bei identischer Belastung, erhöhen. Zudem wird der Einfluss des Kerbradius mithilfe von Wöhlerkurven dargestellt und die Relevanz der Stützwirkung anhand der Versuchsergebnisse plausibilisiert. Für die Übertragung der Versuchsergebnisse auf ein

Praxisbauteil sowie für die Ableitung eines belastbaren Prognosemodells sind jedoch weiterführende Untersuchungen erforderlich. Durchgeführte Zugversuche am teilkristallinen Thermoplasten B unterstreichen, dass ein kleinerer Radius an der Kerbe zu einer Versprödung des Materials aufgrund von grösseren positiven hydrostatischen Spannungen führt. Abschliessend wurden mögliche Optimierungspotenziale hinsichtlich Teststand und Prüfmethodik aufgezeigt, die eine gezielte Weiterentwicklung zukünftiger Untersuchungen ermöglichen.

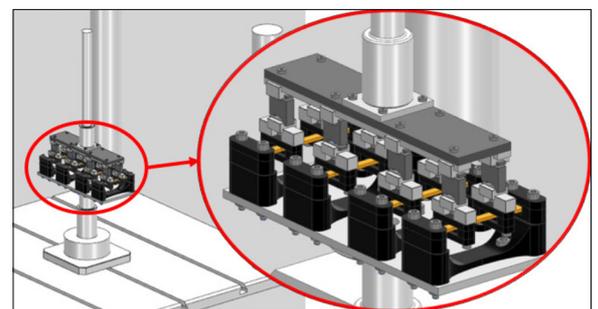
Vergleich Nenn-/Kerbspannung der Wöhlerkurve einer gekerbten Probe vs. Nennspannung ungekerbter Probe
M. Stommel, M. Stojek und W. Korte, FEM Kunststoffbauteile



Wöhlerkurven: Vergleich gespritzter und gefräster Kerben (Testresultate) und vereinfachter Berechnung gemäss Theorie
Eigene Darstellung



Finaler Teststand zur Durchführung dynamisch-zyklischer Versuche mit vier parallelen Proben
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mario Studer

Korreferent

Daniel Marty,
Weidmann Medical
Technology AG,
Rapperswil, St. Gallen

Themengebiet

Mechanical
Engineering