



Abteilung Faserverstärkte Kunststoffe Software: COMPOSITOR

Steifigkeits- und Festigkeitsanalyse von mehrschichtigen Laminaten aus Faserverbundkunststoffen (FVK)

COMPOSITOR ist ein Programm zur Steifigkeits- und Festigkeitsanalyse von mehrschichtigen Laminaten aus Faserverbundkunststoffen (FVK). Es wurde am IKV entwickelt, um in der täglichen Praxis der Laminatauslegung die Anwendung des Puck-Kriteriums in der Festigkeitsanalyse zu erleichtern. COMPOSITOR basiert deshalb auf der Arbeitsumgebung von Microsoft® Excel, mit deren Handhabung fast jeder PC-Anwender heute vertraut ist (Bild 1). Er kann somit die leistungsfähigen Editierfunktionen und Darstellungsmöglichkeiten nutzen, die Excel bereits bietet.

Natürlich ist die Festigkeitsanalyse mit dem Puck-Kriterium nicht der einzige aufwendige Rechenvorgang, mit dem sich der FVK-Konstrukteur konfrontiert sieht. Ständig müssen Steifigkeitskennwerte in Abhängigkeit vom Faservolumengehalt, Ingenieurkonstanten des Laminates oder Spannungen und Dehnungen in den Einzelschichten berechnet werden. COMPOSITOR wurde deshalb mit allen wichtigen Berechnungsgleichungen ausgestattet, die in der täglichen Arbeit angewendet werden und die dafür nach dem heutigen Stand der Forschung vom IKV empfohlen werden. Entsprechend dem Forschungsfortschritt wurden die neuen Erkenntnisse direkt in den COMPOSITOR eingepflegt, um diese Software immer aktuell zu halten.

Darüber hinaus beinhaltet COMPOSITOR ein Archiv mit Kennwerten für viele wichtige Faser- und Matrixwerkstoffe, die in FVK Verwendung finden. Für den Anwender entfällt damit in sehr vielen Fällen die langwierige Suche nach Materialkennwerten.

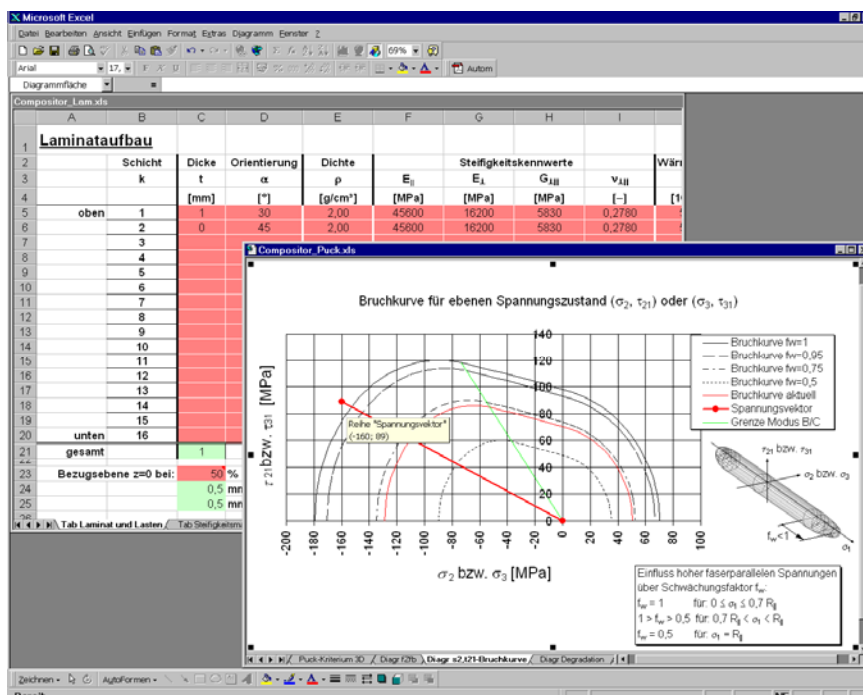


Bild 1: COMPOSITOR in der Arbeitsumgebung von Microsoft Excel



Funktionsumfang der einzelnen Module

COMPOSITOR enthält eine Vielzahl von analytischen Berechnungsgleichungen, die der FVK-Konstrukteur in der täglichen Arbeit ständig benötigt. Damit die Übersicht nicht verloren geht und um die thematische Einteilung bestimmter Berechnungsschritte zu verdeutlichen, ist COMPOSITOR in die drei nachfolgenden Module aufgeteilt:

1. COMPOSITOR Mix

- Sammlung vorbereiteter Arbeitsblätter mit Materialkennwerten für fast alle gängigen Faser- und Matrixwerkstoffe („Materialdatenarchiv“)
- Berechnung der Steifigkeitsparameter einer unidirektionalen Einzelschicht (UD-Schicht) aus den Kennwerten von Faser und Matrix in Abhängigkeit vom Faservolumengehalt oder wahlweise vom Fasergewichtsgehalt nach den Mischungsregeln der Mikromechanik (Formeln nach Jones [Jon75] und Puck [Puc67])
- Automatische Ergänzung nicht eingegebener Werte, falls diese aus anderen eingegebenen Werten errechnet werden können
- Berechnung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Verbundes aus Faser und Matrix
- Umrechnung bekannter Festigkeitsparameter der UD-Schicht auf einen anderen Faservolumengehalt
- Abminderung der Steifigkeitskennwerte unter Berücksichtigung etwaiger Faserwellung und Faserschädigung

2. COMPOSITOR_LAM

- Berechnung der Steifigkeitsmatrix und der Nachgiebigkeitsmatrix eines Laminats aus bis zu 16 Einzelschichten mittels der Klassischen Laminattheorie
- Ein- und Ausschalten von Kopplungseffekten (Koppelquadrant der Laminat-/Steifigkeitsmatrix)
- Berechnung der Steifigkeitsmatrizen der Einzelschichten in Faserkoordinaten und Laminatkoordinaten
- Berechnung der Ingenieurkonstanten des Laminats
- Beaufschlagen des Laminats mit einem Lastfall bestehend aus Membrankräften, Biege- oder Drillmomenten, Temperaturdifferenzen oder Feuchtaufnahme oder Vorgabe von Verzerrungen des Laminats
- Berechnung der Verzerrungen (Dehnungen, Schiebung, Krümmungen) des Laminats (Verzerrung der Bezugsfläche)
- Lineare Berechnung der Verzerrungen (Dehnungen und Schiebung) und der Spannungen in den Einzelschichten an deren Oberseiten, Mittelflächen und Unterseiten jeweils in Laminatkoordinaten und Faserkoordinaten
- Grafische Darstellung von Polardiagrammen der Steifigkeiten des Laminats bei Drehung um $\pm 180^\circ$ im globalen Koordinatensystem

3. COMPOSITOR_PUCK

- Eingabe eines beliebigen zweidimensionalen oder dreidimensionalen Spannungszustandes in Faserkoordinaten
- Berechnung der Anstrengungsfaktoren und Reservefaktoren bezüglich Zwischenfaserbruch und Faserbruch nach Puck
- Berücksichtigung des Einflusses hoher faserparalleler Spannungen auf den Zwischenfaserbruch (auf Wunsch abschaltbar)
- Berechnung des Bruchwinkels von Zwischenfaserbrüchen
- Einstufung des Bruchmodus und entsprechende Textausgabe
- Grafische Darstellung der Bruchkurve für den ebenen Spannungszustand mit aktuellem Spannungsvektor



- Grafische Darstellung des schnittwinkelabhängigen Anstrengungsfaktors bezüglich Zwischenfaserbruch nach Puck mit Berücksichtigung etwaigen Faserbruches
- Berechnung des Streckungsfaktors der lastbedingten Spannungen bei gleichzeitig vorhandenen Eigenspannungen.
- Berücksichtigung der Effekte durch Mikroschädigung und Probabilistik
- Berechnung der Degradation der Quersteifigkeiten bei Überanstrengung bezüglich Zwischenfaserbruch (sukzessives Bruchgeschehen) für eine nichtlineare Spannungsanalyse im Nachrissbildungsbereich
- Grafische Darstellung der Degradation der Quersteifigkeiten in Abhängigkeit von der Überanstrengung bezüglich Zwischenfaserbruch mit Markierung des aktuellen Falles

Kontakt

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Lars Lambrecht
Telefon: +49 (0) 241 80-23818
lambrecht@ikv.rwth-aachen.de