Der kleinste Verzug war das falsche Ziel.

Ein Scharnierarm verzog um 4,2 mm. In SEM Desktop ordneten die Befunde den Arbeitsraum, das Einsatzumfeld schloss eine Option aus, und das Werkzeug gab das Ziel vor: ein reproduzierbarer Verzug, der die Vorhaltung trifft.

INGO KONRAD DENTZ IKAR SOLUTIONS OÜ · SEM ACADEMY NOVEMBER 2026 ANONYMISIERTER FALL UNTER NDA

Das Teil war ein Scharnierarm einer Außenklappe, gespritzt aus PP-GF50 mit rund 80 % Rezyklat und mit einer weichen TPE-Komponente überspritzt. Gemessen verzog er um rund 4,2 mm, die Bündigkeit von Klappe zu Modul stimmte nicht, und die Wärmealterung über 1.000 Stunden bei 80 °C bestand er an zwei Prüfteilen nicht. Audit des Kunden und erste Vorserienteile standen in wenigen Wochen an.

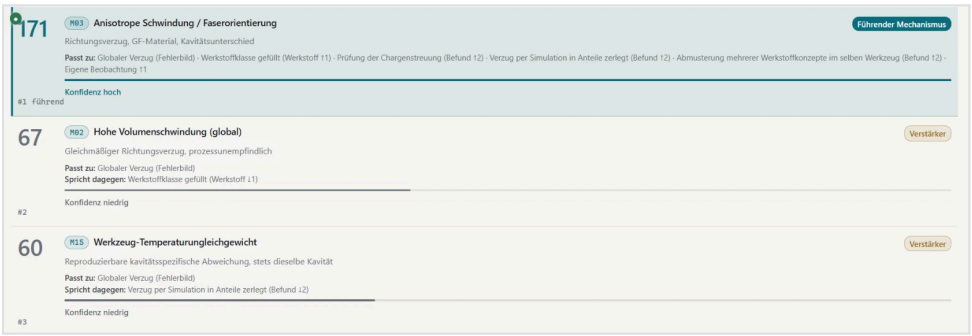
Das Werkzeug war vor der Analyse schon mehrfach angepasst worden: an der Vorhaltung, an einer Wanddicke und am Ausschnitt für die Weichkomponente. Jeden teureren Werkstoff musste der Einkauf gegenüber dem strategischen Lieferanten begründen. In einer solchen Lage braucht ein Team eine Dokumentation dessen, was es weiß, und in einer solchen Lage ziehen mehrere Leute in verschiedene Richtungen.

Dieser Teil zeigt, wie diese Dokumentation in SEM Desktop aussieht. Die Sitzung ist nachträglich aus den Projektunterlagen nachgebaut; die Werte sind die damals gemessenen und gerechneten.

01 Befunde ordnen den Arbeitsraum

SEM Desktop beginnt beim Symptom, globaler Verzug, und öffnet den Arbeitsraum aus seiner Wissensbasis: anisotrope Schwindung und Faserorientierung, hohe Volumenschwindung, ein Temperaturungleichgewicht im Werkzeug, Schwindungsdifferenz zwischen den beiden Komponenten und weitere. Jeder Mechanismus trägt einen Konfidenzwert. Er ist ein Rangwert und bewegt sich nur mit Befunden.

Hier bewegten ihn drei Befunde. Eine Simulation zerlegte den Verzug in Anteile: Faserorientierung 2,8 mm, Schwindung 2,3 mm, ein Eckeneffekt von 0,9 mm und Kühlung 0 mm. Die Anteile wirken an verschiedenen Stellen und in verschiedene Richtungen und ergeben deshalb nicht die Summe; Masse- und Werkzeugtemperatur änderten das Ergebnis kaum. Eine Abmusterung von sechs Werkstoffkonzepten im selben Werkzeug zeigte vier mit hohem, instabilem Verzug, darunter den Serienwerkstoff, eine Langglas-Type, die wenig und stabil verzog, und ein PC-SAN, das am wenigsten verzog. Und in den Scans streute der Serienwerkstoff mit Rezyklat stark.



SEM Desktop, Arbeitsraum. Die Faserorientierung führt, gestützt von drei Befunden und einer eigenen Beobachtung. Der Simulationsbefund spricht gegen ein Temperaturungleichgewicht im Werkzeug; dieser Mechanismus sinkt und bleibt sichtbar.

Gesenkt ist nicht ausgeschlossen. Die Simulation deckt die gerechneten Einstellungen und ein Modell des Werkzeugs ab, deshalb bleibt das Temperaturungleichgewicht mit verringertem Wert im Arbeitsraum. Eine zweite eigene Beobachtung hielt einen Anteil auseinander, den der Katalog unter derselben Überschrift führt: Mit verlegtem Anschnitt sank der gerechnete Verzug bei jedem Werkstoff um 0,4 bis 0,6 mm. Werkstoff und Anschnitt tragen den Verzug beide, der Werkstoff den größeren Teil. Das Team bearbeitete beide parallel.

Welche Option am wenigsten verzieht, war die naheliegende Frage. Es war die falsche.

02 Der Kontext entscheidet, was möglich ist

Der Kontext stand von Anfang an fest: Vorserie, Wochen bis zum Audit, nur Prozess und kein Werkzeug, und ein Einsatzumfeld, in dem die geöffnete Klappe unter Stoßbelastung nicht abreißen darf. In SEM Desktop ändert der Kontext nie, wie ein Mechanismus bewertet wird. Er entscheidet, welche Eingriffe zur Wahl stehen. Ein Werkstoffwechsel gehört zum Prozess und bleibt möglich; eine Verlegung des Anschnitts im Werkzeug sperrt der Rahmen, sie bleibt aber gelistet, damit das Team dem Kunden sagen kann, unter welcher Bedingung sie greifen würde.



Durch den Kontext gesperrte Eingriffe. Die Verlegung des Anschnitts im Werkzeug scheidet im Rahmen „nur Prozess“ aus; sie bleibt für das Kundengespräch sichtbar.

DREI OPTIONEN GEGEN DAS ZIEL

Gerechneter Verzug aus der Simulation; das bestehende Werkzeug hat eine Vorhaltung von etwa 3,5 mm.

	A · PC-SAN-GF30, Anschnitt verlegt	B · Langglas-PP-GF50, bestehender Anschnitt	C · Serienwerkstoff, Anschnitt verlegt
VERZUG	1,2 mm, der geringste	3,5 mm, gering und stabil	3,8 mm, Streuung bleibt
EINSATZUMFELD	Verfehlt die Mindestzugfestigkeit: scheidet aus	Erfüllt die Zugfestigkeit	Nicht der begrenzende Punkt
WERKZEUG	Verfehlt die Vorhaltung; alle Anpassungen neu	Trifft die Vorhaltung; Anpassungen bleiben	Ändert die Faserorientierung, auf die die Vorhaltung abgestimmt ist

Entschieden haben zwei Dinge, die keine einzelne Verzugszahl zeigt. Das erste ist das Einsatzumfeld: Ein Werkstoff, der die Mindestzugfestigkeit verfehlt, scheidet aus, gleich wie wenig er verzieht. Der Befund dazu bleibt gültig; seine 1,8 mm gegen 4,2 mm beim Serienwerkstoff sagen weiter, dass der Werkstoff den Verzug trägt. Das zweite ist das Ziel. Ein Werkzeug mit Vorhaltung braucht ein Teil, das gleich verzieht, Schuss für Schuss und Charge für Charge, und um den Betrag, den die Vorhaltung erwartet. Ein möglichst gerades Teil verfehlt sie ebenso sicher wie ein streuendes.

Die Langglas-Type erfüllte beides: gerechnet 3,5 mm gegen eine Vorhaltung von etwa 3,5 mm, stabiler Verzug, die geforderte Zugfestigkeit, und das bestehende Werkzeug mit allen Anpassungen. In SEM Desktop ist es der Katalogeingriff „Wechsel zu LGF oder isotroper Qualität“, vom Team als Optimallösung für den Werkstoffmechanismus eingestuft, mit der Begründung daneben. Der Anschnitt bleibt, wo er ist, weil die Vorhaltung auf seine heutige Lage abgestimmt ist.

03 Was die Verifikation zeigt

Die Teile aus dem neuen Werkstoff lagen in der Kundenspezifikation, und die Messaufnahme des Kunden fiel gut aus. Die Wärmealterung an vollständigen Modulen lief noch, als der Kunde den Fall nach einem Telefonat abschloss; die Module haben sie bestanden. Seit einem Jahr laufen die Teile in Serie störungsfrei und innerhalb der Spezifikation. Damit ist der Eingriff verifiziert, am Werkstoffmechanismus und an dem Ziel, das die Vorhaltung vorgab.

Die Dokumentation hält auseinander, wann der Fall geschlossen wurde und wann die Verifikation vorlag; wer sie später liest, weiß, was zu welchem Zeitpunkt gezeigt war. SEM Desktop trifft die Entscheidung nicht. Es hält Mechanismen, Befunde, Kontext und Eingriffe an einem Ort, damit die Entscheidung nachvollziehbar bleibt und der nächste Ingenieur daran weiterarbeiten kann. Der nächste Teil macht aus dieser Dokumentation das, was Projektleitung, Qualität und Kunde auf einer Seite brauchen.

NÄCHSTER TEIL DER REIHE

Teil 3 · Kommunizieren mit SEM

Von der Analyse zur Entscheidungsgrundlage für Projektleitung, Qualität und Kunde.

KONTAKT

Hält ein Fehlerbild Ihren Anlauf oder Ihre Serie auf?

Beschreiben Sie Teil, Werkzeug und Problem. Die erste Einschätzung ist kostenlos und unverbindlich. **info@ikarsolutions.com**