Die Nachdruckzeit stimmte. Das Teil brauchte trotzdem Material.

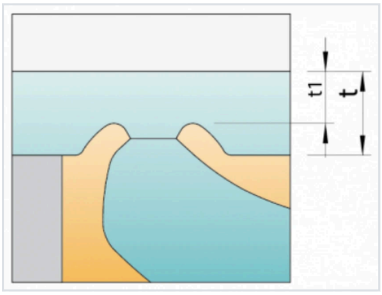
Ein Deckel aus einem Zweifachwerkzeug mit Einfallstellen, ein Siegelpunkt bei zwei Sekunden und ein zweiter Mechanismus am Anschnitt. Zwei Eingriffe, jeder am eigenen Mechanismus verifiziert.

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

In einem unserer früheren Projekte hatte ein Deckel aus einem Zweifachwerkzeug Einfallstellen auf der Sichtseite. Die Nachdruckzeit war über eine Siegelpunktermittlung festgelegt worden: Das Teilegewicht stieg nicht mehr, sobald der Nachdruck länger als zwei Sekunden anstand, und dieser Wert stand im Einstellblatt.

Die Messung war richtig. Offen war, warum der Nachdruck endete, während das Teil noch Material brauchte.

Die ursprüngliche Simulation hatte eine längere wirksame Nachdruckzeit vorhergesagt, sie rechnete aber mit einer anderen Geometrie am Anschnitt. Im Werkzeug saß der Anschnitt auf einer Kalotte, einer Hilfsgeometrie auf der Kernseite, und die Wand direkt am Anschnitt war damit am dünnsten. Dieser Querschnitt fror früh ein und schloss den Weg für den Nachdruck. Danach konnte auch eine längere Nachdruckzeit kein Material mehr ins Teil bringen.



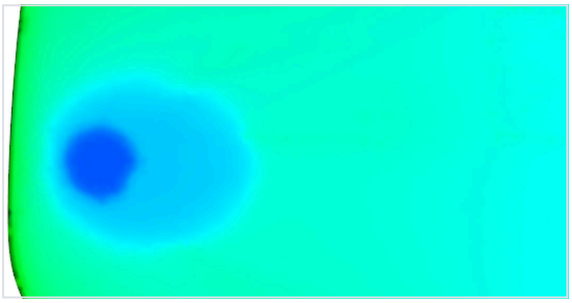


Abb. 1 Anschnitt, schematisch: Der Bananenanguss, ein gebogener Tunnelanguss, mündet auf einer Kalotte ins Teil. Über der Kalotte ist die Wand von der Nennwanddicke t auf die Restwanddicke t1 reduziert.

Abb. 2 Simulation des Teils wie gebaut, Blick auf den Anschnitt: Die Zone um den Anschnitt (dunkelblau) ist bereits eingefroren, während die umgebende Fläche noch schmelzflüssig ist.

Anonymisiert; Simulation ohne Werte gezeigt.

Die Kalotte saß auf einem Einsatz, im Negativfall wäre ein neuer entstanden. Wir haben sie also reversibel weggefräst, die Siegelpunktermittlung wiederholt und die Nachdruckzeit auf die geänderte Geometrie eingestellt. Die längere Nachdruckzeit kam jetzt im Teil an, und die Einfallstellen auf der Fläche verschwanden.

Eine Stelle blieb: eine flache Delle direkt am Anschnitt.

Sie war von Anfang an da. Unter mehreren Einfallstellen sah sie aus wie eine von ihnen, und der Seifenwasserfilm, mit dem geprüft wurde, glättete sie optisch; ein Streifenlichtprojektor zeigte sie deutlich. Ihr Ort hob sie ab. Das Teil wird über einen Bananenanguss gefüllt, einen gebogenen Tunnelanguss, der beim Entformen abreißt. Er war nach Zeichnung gebaut, die Zeichnung folgte aber nicht den Auslegungsregeln für diese Angussart, und der Anguss hielt das Teil mit hoher Auszugskraft fest. Beim Abreißen zog er die Unterseite ein, und darüber sank die Sichtseite ein.

Wir haben ihn durch einen fertigen Angusseinsatz eines Normalienherstellers ersetzt, mit 1,8 mm begonnen und während der Bemusterung schrittweise auf 2,4 mm geöffnet, damit die Siegelzeit zum Teil passt und die Auszugskraft gering bleibt. Die Delle war weg.

BEFUNDE UND MECHANISMEN

Nachträglich in SEM-Begriffen eingeordnet. Das Projekt lief, bevor SEM einen Namen hatte; dies ist kein historischer Software-Datensatz.

	M1 · Nachdruckweg am Anschnitt geschlossen	M2 · Zug beim Abreißen des Angusses
SYMPTOM	Einfallstellen auf der Sichtseite.	Flache Delle direkt am Anschnitt, erkennbar, sobald M1 behoben war.
BEFUNDE	Gewichtsplateau ab 2 s in der Siegelpunktermittlung; die Simulation der gezeichneten Geometrie sagte einen längeren Nachdruck voraus; im Werkzeug sitzt der Anschnitt auf einer Kalotte an der dünnsten Stelle.	Ort am Anschnitt unter Streifenlicht; Anguss nicht nach den Regeln für Bananenangüsse ausgelegt; hohe Auszugskraft beim Entformen.
EINGRIFF	Kalotte weggefräst (Einsatz, reversibel). Optimallösung: beseitigt den Mechanismus.	Fertiger Angusseinsatz, von 1,8 auf 2,4 mm geöffnet. Optimallösung: beseitigt den Mechanismus.

01 Zwei Mechanismen in einem Arbeitsraum

Ich nehme diesen älteren Fall, weil er die Arbeitslogik hinter SEM zeigt, der Strategic Engineering Matrix. Die Methode ist aus Projekten wie diesem entstanden; der Fall ist ihr nachträglich zugeordnet.

In einer laufenden Untersuchung können mehrere Mechanismen dasselbe Symptom tragen, und Arbeiten an Werkzeug, Werkstoff und Prozess laufen oft parallel. Die Matrix hält die Mechanismen und die ihnen zugeordneten Befunde in einem Arbeitsraum: was einen Mechanismus stützt, was gegen ihn spricht und was noch zu prüfen ist. Jeder neue Befund verändert diesen Stand. Im Fall des Deckels war die Untersuchung mit dem Nachdruckweg nicht abgeschlossen; erst danach wurde der zweite Mechanismus sichtbar. Mehrere Mechanismen parallel zu bearbeiten heißt nicht, mehrere Prozessgrößen ohne Plan gleichzeitig zu verstellen. Jeder Versuch braucht dokumentierte Bedingungen und eine Frage, die er beantworten kann.

Welcher Eingriff gewählt wird, hängt von der Lage im Werk ab. Eine Werkzeugkorrektur kann technisch richtig sein und trotzdem länger dauern, als die nächste Lieferung erlaubt.

SEM unterscheidet drei Typen. Ein Übergang sichert die Lieferung, solange der Mechanismus noch offen ist; er braucht klare Grenzen und Überwachung. Robustheit erweitert das Prozessfenster, sobald der Mechanismus bekannt ist, innerhalb eines tatsächlich geprüften Betriebsbereichs. Eine Optimallösung beseitigt den Mechanismus. Das sind keine Stufen, die der Reihe nach abzuarbeiten sind. Jede Option wird nach Reversibilität, Umsetzbarkeit, Risiko und Wirkung auf den Mechanismus bewertet, und der Kontext entscheidet: Zeit bis zur nächsten Lieferung, Budget und wer die Änderung freigeben kann. Im Fall des Deckels beseitigten beide Korrekturen ihren Mechanismus, und die Zeit bis zur nächsten Lieferung ließ es zu; ein Übergang war nicht nötig.

Jeder Eingriff wurde an seinem eigenen Mechanismus geprüft. Nach dem Wegfräsen der Kalotte musste die wiederholte Siegelpunktermittlung zeigen, dass der Nachdruck jetzt länger wirkte. Beim Angusseinsatz musste die Delle unter vergleichbaren Prozessbedingungen reagieren, mit direkt beobachteter Entformung. Ein Teil, das besser aussieht, ist eine wichtige Beobachtung; die Prüfung muss zeigen, dass die Reaktion zur physikalischen Erklärung passt.

VERIFIKATION AM MECHANISMUS

M1 · Nachdruckweg am Anschnitt geschlossen

✓ VERIFIZIERT

ERWARTET	Ohne Kalotte siegelt der Anschnitt später, und eine längere Nachdruckzeit bringt Material ins Teil.
GEPRÜFT	Siegelpunktermittlung an der geänderten Geometrie wiederholt; Nachdruckzeit auf das neue Ergebnis eingestellt.
ERGEBNIS	**Längere Nachdruckzeit wirkt; Einfallstellen auf der Fläche weg.**

M2 · Zug beim Abreißen des Angusses

✓ VERIFIZIERT

ERWARTET	Mit geringerer Auszugskraft verschwindet die Delle.
GEPRÜFT	Vergleichsläufe unter vergleichbaren Prozessbedingungen; Entformung beobachtet.
ERGEBNIS	**Delle weg.**

02 Was Projektleitung und Qualität brauchen

Hier wird die technische Arbeit für Projektleitung und Qualität nutzbar. Sie müssen dem Kunden die Lage erklären, den nächsten Schritt begründen und sagen, was gesichert ist. Die technische Dokumentation liefert ihnen das unmittelbar: den beobachteten Fehler, die Mechanismen und die Befunde, die sie stützen, den gewählten Eingriff, seine Verifikation sowie die offenen Punkte und Grenzen. In der SEM Academy heißt diese Entscheidungsunterlage Decision Pack; SEM Desktop erzeugt sie als Abschlussbericht oder als Zusammenfassung auf einer Seite. Wie sie im Kundengespräch eingesetzt wird, zeigt ein späterer Teil dieser Reihe.

SEM ist aus der Erfahrung von mehr als 200 komplexen Industrieprojekten entstanden. SEM Desktop führt die Matrix und verknüpft Befunde, Eingriffe und Verifikation; in der SEM Academy lernen Ingenieure, diese Arbeit zu machen. Ein anderer Ingenieur soll den Fall übernehmen, die Entscheidungen nachvollziehen und mit derselben Dokumentation weiterarbeiten können.

NÄCHSTER TEIL DER REIHE

Teil 2 · Der kleinste Verzug war das falsche Ziel.

Arbeiten mit SEM Desktop, an einem Scharnierarm.

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