



Fabian von Aesch

Diplomand	Fabian von Aesch
Examinator	Prof. Dr. Frank Ehrig
Experte	Ludger Klostermann, Innovatur, Jona, SG
Themengebiet	Kunststofftechnik

Erarbeitung von Richtlinien für die Auslegung von Thermoformwerkzeugen auf Basis experimenteller Untersuchungen und Simulationsrechnungen

Verifizierung der Thermoformsimulation anhand experimenteller Untersuchungen



Thermoform-Einstationenanlage im IWK-Labor

Ausgangslage: Das Thermoformen ist in der Kunststoffverarbeitung ein sehr bedeutendes Verfahren. In der Verpackungsindustrie werden mit Rollenautomaten grosse Serien direkt aus Folien in Verpackungsbauteile wie Butterschalen und Kaffeebecher umgebaut. Bei der Herstellung auf Einstationenautomaten werden grossflächige Bauteile wie Duschwannen oder Dekor-Inserts gefertigt. Neben der Theorie zum Thermoformen ist die Simulation des Verfahrens ein wichtiges Hilfsmittel bei der Werkzeugauslegung. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll mit Hilfe von praktischen Untersuchungen und Simulationen der Thermoformprozess genauer analysiert werden. Die Simulation ist anhand der praktischen Untersuchungen zu verifizieren. Die Erkenntnisse sind auf die Werkzeugkonstruktion für ein Demobauteil zu übertragen.

Vorgehen: Mit der Thermoformanlage Formech 686 im IWK-Labor wurden Versuchsbauteile mit unterschiedlichen Materialien hergestellt. Die Bedienung der Simulationssoftware T-SIM wurde eigens für diese Arbeit erlernt. Diese Software erlaubt dem Nutzer, den Thermoformprozess mit geringem Aufwand zu simulieren und die Ausformung des Bauteils kritisch zu beurteilen. In der Simulation wurde das reale Versuchswerkzeug abgebildet. Die Erkenntnisse aus der Theorie und aus den eigenen Erfahrungen mit Thermoformen wurden in das Demobauteil Eiswürfelschale eingebracht.

Fazit: Formschrägen und Radien sind für die einwandfreie Entformung entscheidend. Wichtig bezüglich Werkzeugkonstruktion ist, bei Positivwerkzeugen die Faltenbildung durch das Stauchen des Halbzeuges zu beachten. In der Simulationssoftware sind die Eingabewerte sehr entscheidend. Für die untersuchten Materialien PS und PP wiesen die Berechnungsergebnisse mit Reibwerten von 2 bis 5 grosse Ähnlichkeit auf. Das Netz muss für ein gutes Ergebnis bei kurzer Berechnungsdauer an scharfen Übergängen und Ecken lokal verfeinert werden. Beim konstruierten Negativwerkzeug verhindert der grossflächige Kontakt auf der Oberseite die Verstreckung. Grosse Radien und Formschrägen sind die einzige Möglichkeit, die Wanddicke zu beeinflussen. Die Abweichung von der theoretisch berechneten Wanddicke betrug bis zu 80%, deutlich mehr als die in der Literatur beschriebenen 30%.



Umgeformtes Versuchsbauteil



Negativwerkzeug für die Eiswürfelschale