

Spritzgießen im SKZ

- Industrie-Service -

Dipl.-Ing. (FH) Christian Deubel
11-2023



Der Wegbereiter – für die Kunststoff-Branche

SKZ



Gegründet 1961 in Würzburg

Mehr als 430 Mitarbeiter

Mehr als 400 Mitglieder im Netzwerk

Mitglied der AiF
und der Zuse-Gemeinschaft

Akkreditiert für Prüfung,
Überwachung und Zertifizierung

AiF ALLIANZ
INDUSTRIE
FORSCHUNG

 ZUSE-GEMEINSCHAFT

 **DAkks**
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-19033-01-00
D-ZM-17265-01-00
D-IS-19033-01-00



Der Wegbereiter – für die Kunststoff-Branche



15.000 Kunden



50 Ausbilder



130 Entwickler



Gemeinnützigkeit



Akkreditiertes Prüflabor
ca. 1.000 Normen



23.000 m²
Labore und Technika



600
Veranstaltungen



10.000
Teilnehmer



100 öffentliche
Forschungsprojekte

Geschäftsfelder des SKZ

in der Übersicht



Über 400 Mitglieder im FSKZ-Netzwerk | Events mit jährlich über 10.000 Teilnehmern

VERNETZUNG

Produktüberwachung
Produktzertifizierung
Produktprüfung
Gutachten
Schadensanalytik

PRÜFUNG



Produktanalytik
Prozessmesstechnik
Schadensanalytik
Polymercharakterisierung

ANALYTIK SERVICE OBERNBURG



Praxislehrgänge
Workshops
Kurse
Inhouse-Schulungen
Meister- und
Technikerausbildung
Studium
Online-Schulungen

BILDUNG



Werkstoffe
Materialentwicklung
Compoundieren
Extrudieren
Spritzgießen
Additive Fertigung
Prüf- und
Testmethoden
Nachhaltigkeit
Kreislaufwirtschaft
Leichtbau
Digitalisierung

FORSCHUNG



ISO 9001
ISO 14001
ISO 45001
ISO 50001
IATF 16949
ISO 22000
ISO 13485
SpaEfV
FW 605

ZERTIFIZIERUNG



Materialentwicklung

- Material-/Additiv-Recherchen
- Rezepturentwicklung
- Lastenhefte, ...



Compoundieren & Compoundierverfahren

- Modifizierung von Thermoplasten, Einarbeitung von Additiven ..
- Herstellung von kundenspezifischen Materialien



Verarbeitung

- Extrusion (Profile, Rohre, Folien)
- Spritzgießen
 - Herstellung von Prüfkörpern
 - Herstellung Bauteilen
 - Material-/Werkzeugbemusterungen
 - Simulationen
 - ...
- Fügen (therm. Fügen, US-Schweißen, Kleben)
- Thermoformen
- Blasformen
- 3D-Druck (Thermoplaste & Harze)

Oberflächen

- Oberflächenvorbehandlung/-aktivierung (Plasma, Corona, VUV ...)
- Oberflächencharakterisierung

Prüfungen & Analysen

- Mechanische Prüfungen (statisch, dynamisch)
- Zeitstandversuche
- Thermische Analysen
- Spektroskopische Analysen
- Chemische Analysen
- Bewitterung/Lagerversuche
- Mikroskopie, REM- und CT-Messungen
- ...

Weitere Bereiche

- Nachhaltigkeit & Kreislaufwirtschaft
- Digitalisierung
- Zerstörungsfreie Prüfungen
- Reaktive Systeme / vernetzende Materialien
- Dispergiervverfahren, Harzentwicklung
- Mikro-/Nanosuspensionen



Über 130 Industrieaufträge pro Jahr

Mehr als 150 Kurse

20 - laufende Forschungsprojekte

Forschung, Industrie-Service & Bildung

Mehr als 10 Spritzgießmaschinen von 500 – 5.000 kN Schließkraft

Mehr-Komponentenspritzgießen

Thermoplastisches Schaumspritzgießen

ARBURG FDC , Verarbeitung von Langfasern

Verarbeitung von Duroplasten

Verarbeitung von LSR

Industrie 4.0 Spritzgießzelle

Einfärben mit Masterbatch und Flüssigfarben

Spritzgießen

Haftung von Hart-/Hart- und Hart-/Weich-Verbunden (TPE, VDI2019)

Faserlängenverteilung (SKZ-„FiVer“)

Bestimmung von Faseranteilen und -orientierungen

Inline-Thermografie zur 100%-Bauteilkontrolle (SKZ„TDI“)

DOE: Statistische Versuchsplanung (SKZ-„MESOS“)

Prüfen & Analysieren

Praxislehrgänge

Workshops

Kurse

Inhouse-Schulungen

Meister- und Technikerausbildung

Online-Schulungen

Erstellung und Bereitstellung von WBT's

Individuelle Schulungs- und Weiterbildungskonzepte

BILDUNG

Herstellung von Norm- und individuellen Prüfkörpern

Simulation von Spritzgießprozessen (Moldex3D, SIGMASOFT)

Material- und Werkzeugbemusterungen

Verarbeitung von PVC und Hochtemperatur-Thermoplasten

Kundenspezifische Material-/Werkzeugversuche

Vor-Ort-(Prozess) Beratung

Machbarkeitsstudien

Industrie-Service

Öffentlich geförderte Projekte (z. B. ZIM, IGF, BMBF ...)

Bilaterale F&E-Projekte
Recherchen

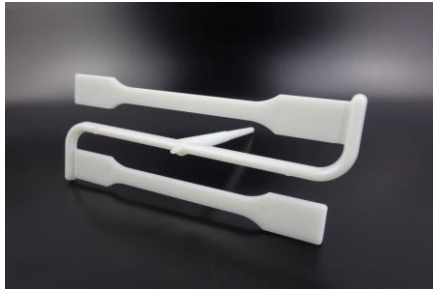
Industrie-Konsortiums-Projekte
(SKZ-Wegbereiter)

Forschung

Industrie-Service

Unsere Möglichkeiten

- Spritzgießen von Norm-Prüfkörpern
- Div. Zugstäbe, Schlagstäbe, Brand-/Loi-Stäbe
- Platten für Schwindungsmessung, Durchstoßversuche, elektrische Prüfungen, ...
- Prüfkörper für Schweiß-/Klebeversuche
- ...

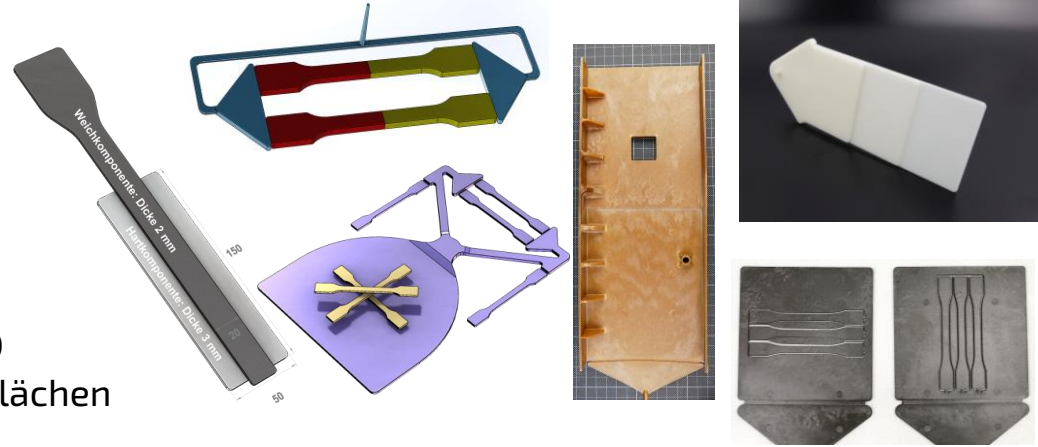
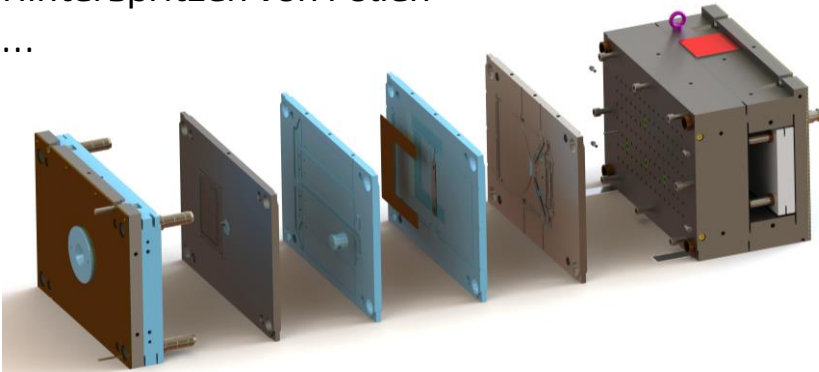


Unser Angebot

- Wir stellen Ihre Prüfkörper mit qualifizierten Fachpersonal her
- Bestandteil ist immer eine materialgerechte Vortrocknung, eine Feuchtigkeitsmessung sowie ein Spritzgießprotokoll
- Im SKZ können zudem nahezu alle relevanten Prüfungen und Analysen in unserem akkreditiertem Labor durchgeführt werden

Unsere Möglichkeiten

- Spritzgießen von Sonder-Prüfkörpern
- Platten bis zu 310x310 mm
- Platten bis zu einer Länge von 450 mm
- Sonderprüfkörper für faserverstärkte Thermoplaste
- Haftungsprüfkörper (Hart-/Hart & Hart-/Weich)
- Stufenplatten mit unterschiedlichen Oberflächen für Einfärbeversuche
- Prüfkörper für geschäumte Thermoplaste
- Hinterspritzen von Folien
- ...



Unser Angebot

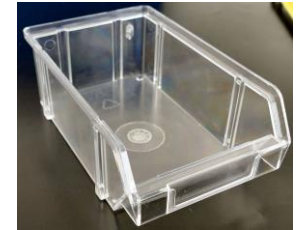
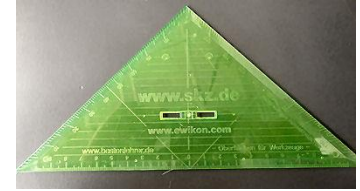
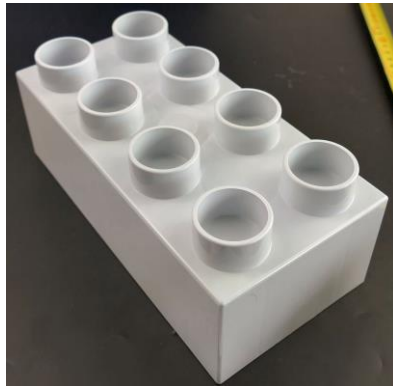
- Die Herstellung von individuellen, kunden-spezifischen Prüfkörpern ist in Verbindung mit unseren universellen Stammformen möglich
- Abmessungen, Dicke, Oberflächengüte und z. B. Anbindung sind anpassbar
- Wir können Ihnen aus größeren Formaten individuelle Geometrien mittel Sägen, Fräsen oder Wasserstrahlen herstellen

Industrie-Service:

Spritzgießen von Bauteilen

Unsere Möglichkeiten

- Im SKZ sind eine Vielzahl von Spritzgießwerkzeugen mit Bauteilen verfügbar
- Wir nutzen diese im Rahmen von unseren Praxiskursen und für die Bemusterung von Thermoplasten in Kundenversuchen
- Neben Heiß- und Kaltkanalwerkzeuge sind ebenso Werkzeuge mit mehreren Kavitäten vorhanden



Unser Angebot

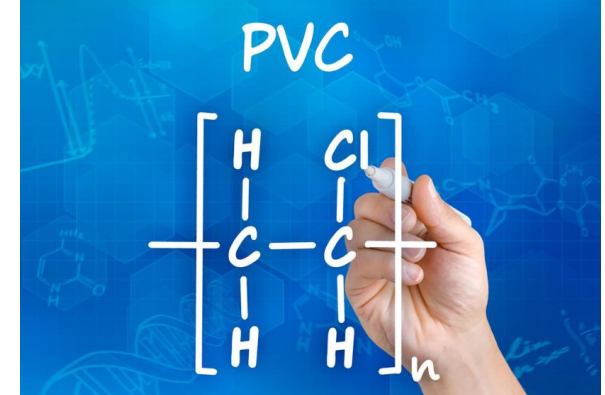
- Bemusterung von Thermoplasten hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Entformungsverhalten, Fließverhalten, Zykluszeit, Schwindung & Verzug etc. mit Kundenmaterialien
- Herstellung von Musterteilen für neu entwickelte Materialien
- Wir verleihen unsere Werkzeuge gerne an Partner für Kunden- oder Azubi-Veranstaltungen gegen eine geringe Gebühr

Industrie-Service:

Verarbeitung von PVC

Unsere Möglichkeiten

- Das SKZ ist eine der wenigen Einrichtungen die ebenfalls PVC verarbeitet
- Hierzu stehen entsprechende PVC-Schnecken und/oder Aggregate zur Verfügung
- Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Dry-Blends direkt am SKZ herstellen zu lassen

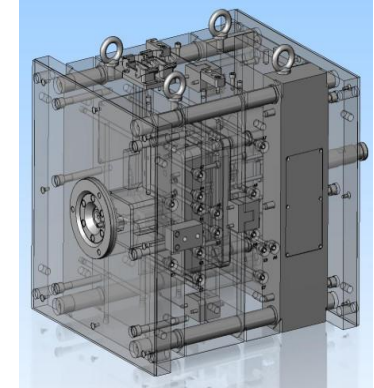
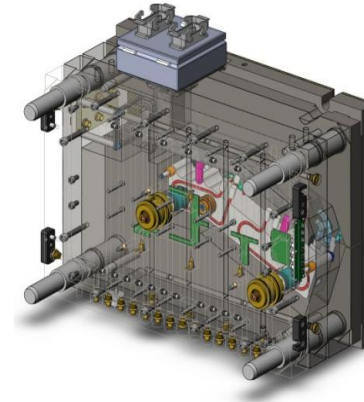


Unser Angebot

- Verarbeitung von PVC zu Prüfkörpern
- Zusammenarbeit mit unserer Materialentwicklung zur Optimierung/Modifizierung und/oder Entwicklung neuer PVC-Typen
- Verarbeitung von PVC's in der Compoundierung bzw. Extrusion

Unsere Möglichkeiten

- Im SKZ stehen Spritzgießmaschinen von 500 bis 5.000 kN Schließkraft zur Verfügung
- Für einige Maschinen sind Mischdüsen, Sonderschnecken und Wechselaggregate vorhanden
- Nahezu alle unsere Maschinen sind umfassend mit Schnittstellen/Sonderoptionen ausgerüstet
- Zusätzlich stehen moderne Peripheriegeräte zur Verfügung



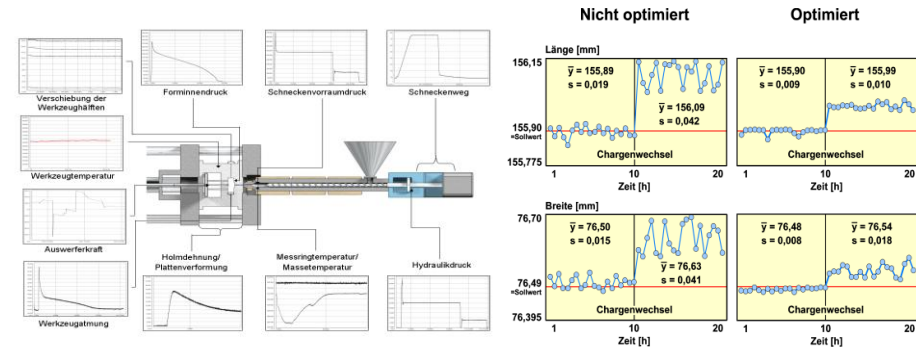
Unser Angebot

- Bemusterung von neuen Materialien
- Vergleichende Bemusterung unterschiedlicher Thermoplaste
- Bemusterung von Neu-Werkzeugen bzw. Kundenwerkzeugen
- Einsatz von Messtechnik zur Beurteilung des Verarbeitungsverhaltens (z. B. Entformungskraft, Inline-Thermografie zur Bestimmung der flächigen Entformungstemperatur, Werkzeuginnendruck ...)



Unsere Möglichkeiten

- Unser Team aus Trainer und Technikermitarbeiter besteht aus erfahrenen Meistern und Technikern
- Durch die enge Verknüpfung mit unserer Forschung & Entwicklung stehen zudem neuste Erkenntnisse aus Forschungsprojekten und Fachexperten zur Verfügung
- Neben der Vermittlung von Wissen in unseren Spritzgießkursen stehen wir gerne auch vor Ort zur Verfügung

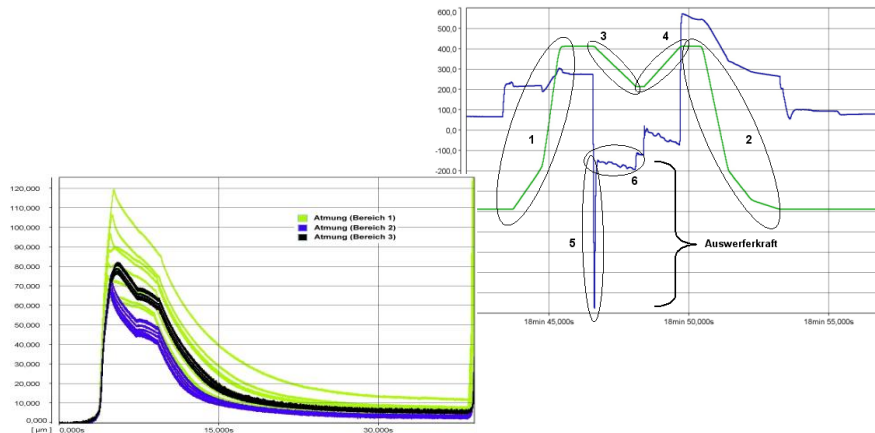


Unser Angebot

- Unvoreingenommener Blick auf den vorliegenden Spritzgießprozess und das Werkzeug
- Unterstützung vor Ort zur Prozessanalyse/-optimierung und Fehlersuche
- Versuchsdokumentation und Bericht der gewonnenen Erkenntnisse
- Weiterhin ist ein Prozessanalyse am Kundenwerkzeug im Technikum des SKZ möglich

Unsere Möglichkeiten

- Die umfassende und moderne Ausstattung in unserem Technikum steht für Kundenversuche zur Verfügung
- Spritzgießmaschinen, Temperier- und Dosier-technik, Mess- und Analysegeräte können je nach Anforderung flexibel integriert und kombiniert werden
- Unsere universelle Werkzeugaufbauten sind meist mit geringem Aufwand modifizierbar



Dosier-/Plastifizierphase

Prozessgrößen

- Schneckendrehzahl
- Staudruck
- Zylindertemperatur
- Verweilzeit

Schneckenengeometrie

- Standardschnecke
- Spezialschnecke
- Standardschnecke mit Mischdüse

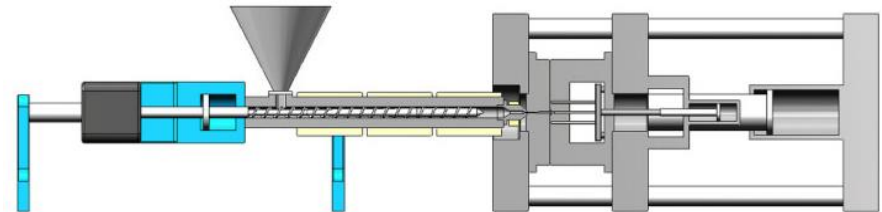
Formteilbildungsphase

Prozessgrößen

- Massetemperatur
- Werkzeugtemperatur
- Einspritzgeschwindigkeit
- Nachdruckhöhe /-zeit

Fließwegegeometrie

- Anschnittart
- Werkzeugwerkstoff
- Oberfläche
- Wanddicke
- Fließweglänge

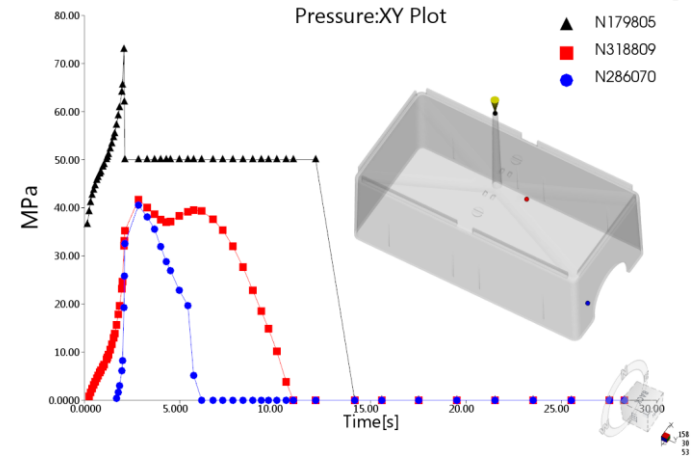
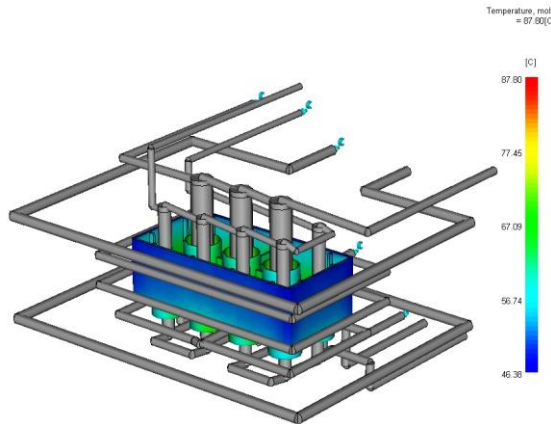
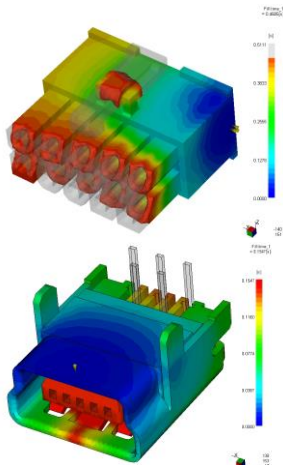


Unser Angebot

- Wir führen Untersuchungen an Materialien und Werkzeugen nach Ihren Anforderungen durch
- Dies kann mit unseren Werkzeugen und Equipment erfolgen oder mit kundenseitig bereitgestellter Hardware
- Die Integration von Inline-Messverfahren (z. B. Thermografie, Farbe ...), zusätzlicher Sensorik (z. B. Temperatur, Druck, Kraft, Verformung ...) oder das Abfahren einer DOE sind jederzeit möglich

Unsere Möglichkeiten

- Wir besitzen seit mehr als 20 Jahren Erfahrung in der Spritzgießsimulation
- In dieser Zeit sind unzählige Fragestellungen in F&E-Projekten und Industrieaufträgen bearbeitet worden
- Für die Simulation nutzen wir Moldex3D und SIGMASOFT



Unser Angebot

- Wir simulieren Ihren Spritzgießprozess von der einfachen Formfüllung, über Schwindung & Verzug bis hin zu transienten Betrachtungen
- Unsere erfahrenen Mitarbeiter geben auf Wunsch Optimierungsvorschläge für die Bauteil-/Werkzeuggestaltung und erläutern die Ergebnisse verständlich
- Die Ergebnisse stellen wir in Form von Berichten und/oder Viewer-Dateien zur Verfügung

Unsere Möglichkeiten

- Wir besitzen seit mehr als 20 Jahren Erfahrung in der Spritzgießsimulation
- Für die Simulation nutzen wir Moldex3D und SIGMASOFT

Feature	Paket I: Basic Fill & Pack	Paket II: Advanced Fill, Pack & Warp	Paket III: Professional Fill, Pack, Cool & Warp	Paket IV: DigiTwin Transient
3D-Modell Bauteil erforderlich	✓	✓	✓	✓
Vereinfachtes Layout der Temperierung erforderlich	X	✓	✓	✓
Finale Bauteilgeometrie und finales Temperierlayout erforderlich	X	X	✓	✓
Spritzgießwerkzeug in 3D erforderlich	X	X	X	✓
Simulation unterschiedlicher Angusspositionen	✓	✓	(✓)	(✓)
Füllbarkeit, Druckverluste	✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓
Schließkraft, Balancierung	✓	✓	✓	✓
Lage von Bindenähten, Lufteinschlüsse	✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓
Globale Faserorientierung	✓	✓	✓	✓
Anschnittgeometrie, Anschnittvarianten	X	✓	✓	(✓)
Schwindung & Verzug	X	✓	✓✓	✓✓✓
Einfluss der Faserorientierung auf Schwindung & Verzug	X	(✓)	✓	✓
Berücksichtigung des Einflusses eines Heißkanalsystems	X	X	✓	✓✓
Vorschläge zur Werkzeugbombierungen	X	X	✓	(✓)
Berücksichtigung einer Kaskade, von Einlegeteilen ...	X	(✓)	✓	✓
Prozesssimulation, Einschwing- & Nebenzeiten, Einfluss des realen Werkzeugs/ Einfluss der Spritzgießparameter auf die Bauteileigenschaften inkl. Schwindung & Verzug	X	X	X	✓
Entwicklungsphasen:	Vorentwicklung: Artikelkonstruktion	Vorentwicklung: Werkzeugkonzeption	Design Freeze: Werkzeugkonstruktion	Prozesssimulation: Prozessparameter- und optimierung
Simulationsqualität und Vorhersagegenauigkeit:	+	++	+++	++++
Kosten für Werkzeugänderungen und Fehlerbeseitigung:	€	€€	€€€	€€€€

Unser Angebot

- Wir begleiten Ihr Produkt simulativ von der Idee bis zur Serienproduktion
- Von der ersten Füllanalyse bis hin zur transienten Berechnung des Spritzgießprozesses, inkl. Werkzeug und Vorschläge zu optimalen Verarbeitungsparametern
- Zusammenstellung eines individuellen Komplettpaketes anstelle von Einzelsimulationen

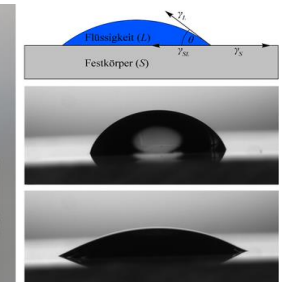
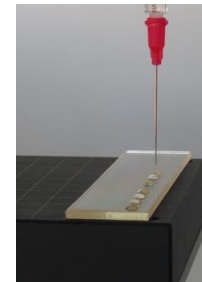
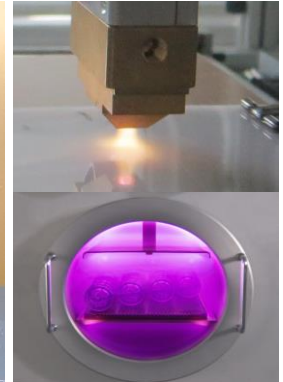
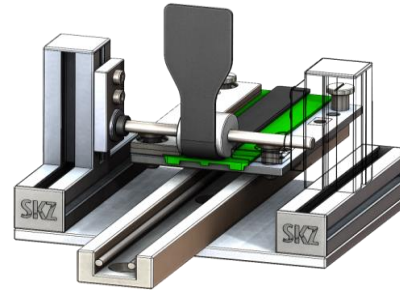
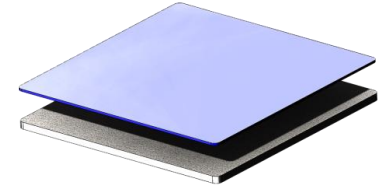
Beispiele zu Service-Paketen

Service-Paket:

Verbundhaftung

Service-Leistungen

- Bemusterung von Hart-/Hart- oder Hart-/Weich-Verbunden
- Herstellung von Haftungsprüfkörpern nach VDI219
- DOE unterstütztes Abfahren von Versuchsreihen und Variation der Verarbeitungsparameter
- Korrelationen zwischen Verarbeitungsparameter und Haftung
- 2K-Prozess oder kalt eingelegter Vorspritzling
- Haftungsprüfungen
→ z. B. Zug-, Scher- & Schälprüfungen
- Lagerungsversuche und Bestimmung des Einflusses auf die Haftung,
→ z. B. Warm- und/oder Medienlagerung, Klimawechseltest,...
- Oberflächenvorbehandlung zur Steigerung der Haftung,
→ z. B. Corona, Plasma, VUV ...

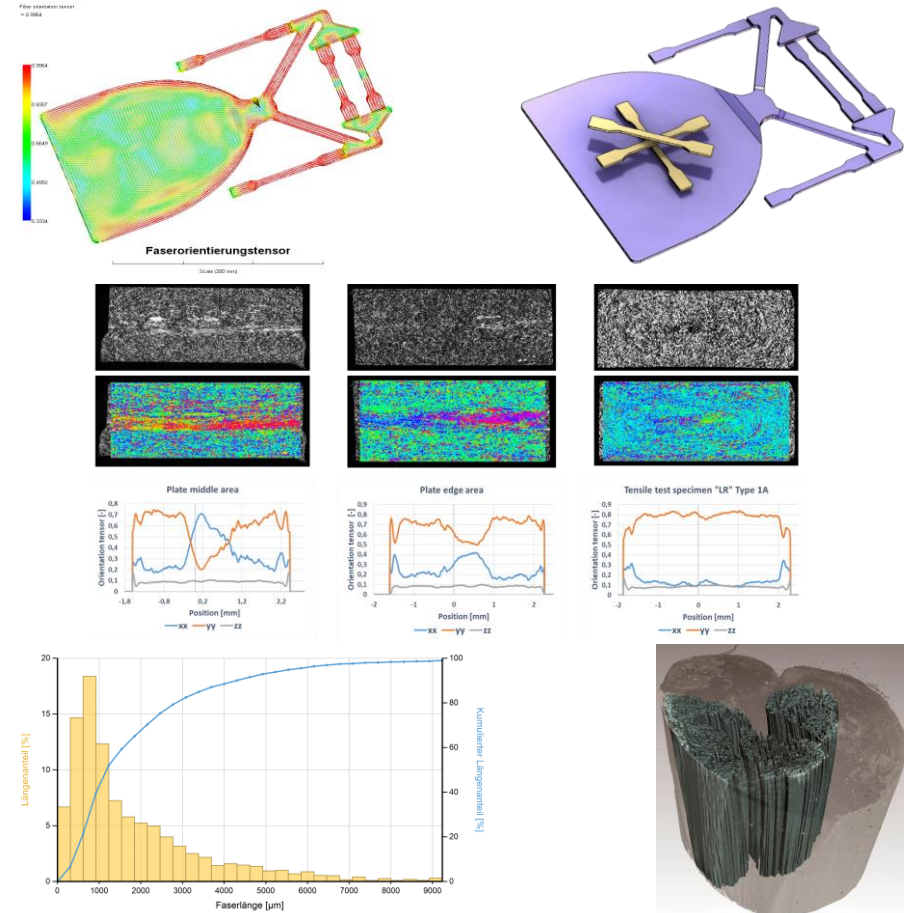


Service-Paket:

faserverstärkte Thermoplaste

Service-Leistungen

- Spritzgießen von (Sonder-)Prüfkörpern und Bauteilen
- Aus Lang- oder Kurzfaserggranulaten oder im Direkt-Verfahren (FDC)
- Materialvergleiche bzw. Abfahren von Versuchsreihen (Parametervariationen)
- Veraschungen zur Freilegung des Faserskeletts
- Bestimmung der Faserlängenverteilung und des Faseranteils
→ auch an Proben, die vom Kunden bereitgestellt werden
- CT-Analysen zu Bestimmung der Faserorientierung
- Präparation von Prüfkörpern in 0°, 45°, 90° zur Fließrichtung
→ z. B. Fräsen, Wasserstrahlen
- Mechanische Prüfungen
- Bestimmung der Bindenahtfestigkeit
- Simulation von faserverstärkten Bauteilen

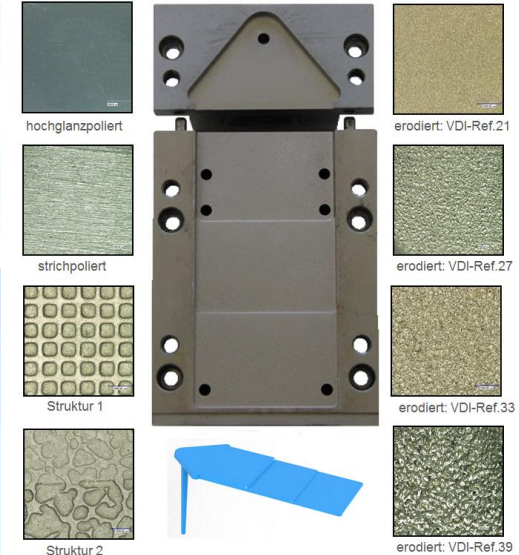


Service-Paket:

Einfärben

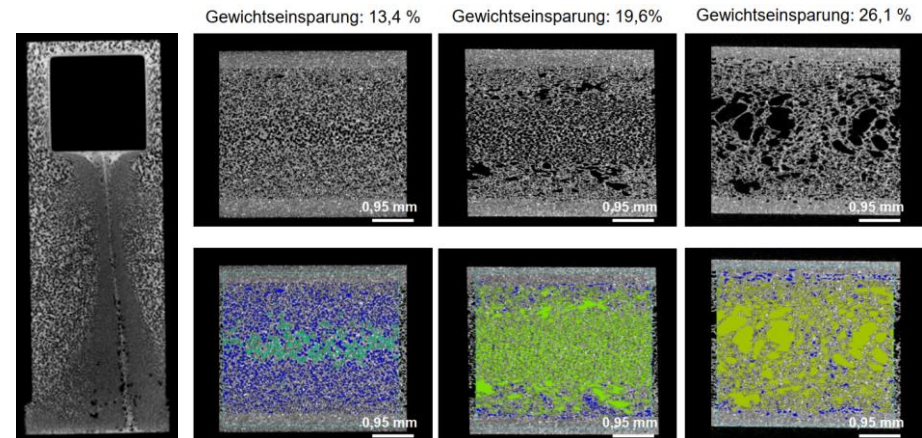
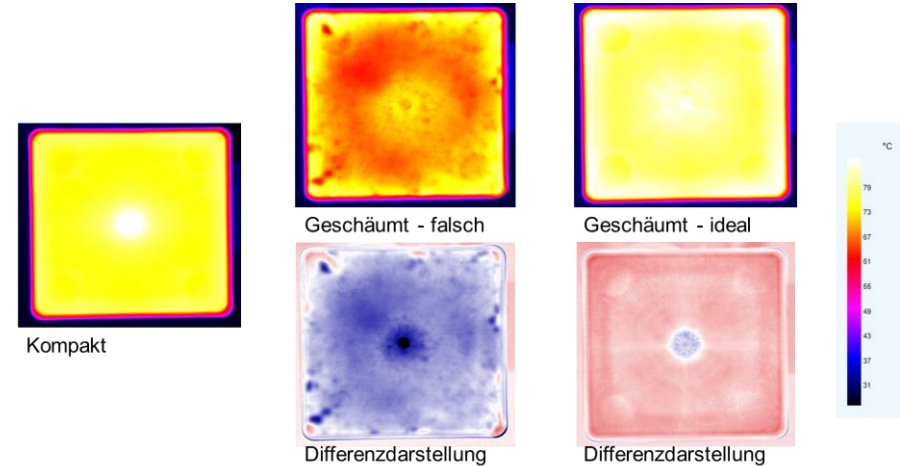
Service-Leistungen

- Einfärbungen mit Flüssigfarbe oder Masterbatch
- Nutzung modernster, leckagefreie Flüssigfarb-Dosiersysteme
- Nutzung unterschiedlicher Mischschnecken und/oder statische Mischdüsen
- Inline-Farbmessung
- Inline-Homogenitätsmessung
- Beurteilung von Farbwechselvorgängen
- Einfluss der Verarbeitungsparameter auf die Farbwerte/Homogenität
- Einfluss der Farben auf die Fließeigenschaften, oder mechanischen Eigenschaften
- Einfluss unterschiedlicher Oberflächenstrukturen auf die Farbmesswerte
- Vergleich Labormesswerte mit Inline-Farbmessung



Service-Leistungen

- Herstellung von Prüfkörpern und Bauteilen im TSG-Verfahren (CellMould)
- Abfahren von Versuchsreihen unter Variation der Verarbeitungsparameter
- Ermittlung der Schäumbarkeit und des Schäumgrades
- Physikalisch oder chemisch geschäumt
- Schäumen mit Mikroapseln
- Kombination der unterschiedlichen Schäumverfahren
- Inline-Thermografie zur Beurteilung & Überwachung der Schaumstruktur
- CT-Analysen zur qualitativen & quantitativen Beurteilung der Schaumstruktur
- Mikroskopie der Schaumstruktur

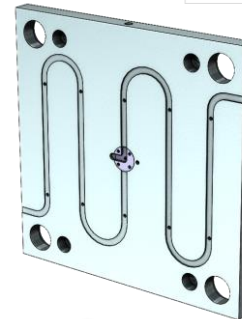
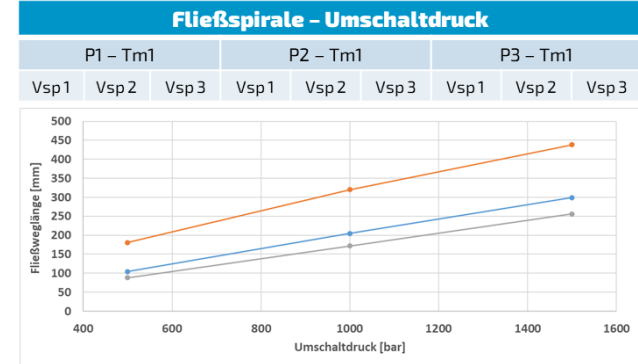


Service-Paket:

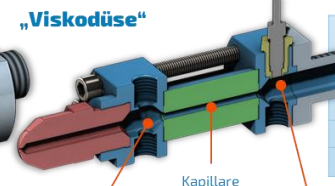
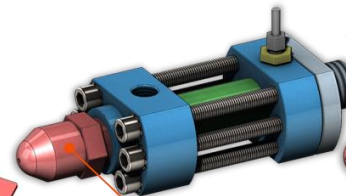
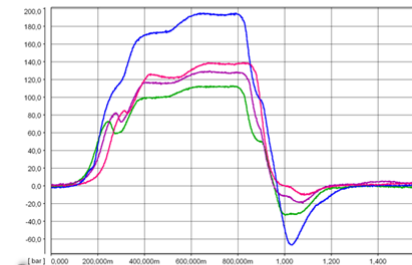
Fließverhalten

Service-Leistungen

- Vergleich der praktischen Fließfähigkeit unter Prozessbedingungen
- Einfluss der Verarbeitungsparameter auf die Fließweglänge (Masse-/Werkzeugtemperatur, Einspritzgeschwindigkeit ...)
- Erstellung von Fließweg-/Wanddicken-diagrammen
- Vergleich der Druckverluste zwischen unterschiedlichen Prozessparametern und/oder Materialien mittel Inline-Messdüse
- Unterschiedlichste Fließwegprüfkörper
- Labormessungen MVR/MFR, HKR & Platte/Platte, Viskositätszahl ...



Differenzdruckkurven PA6.6

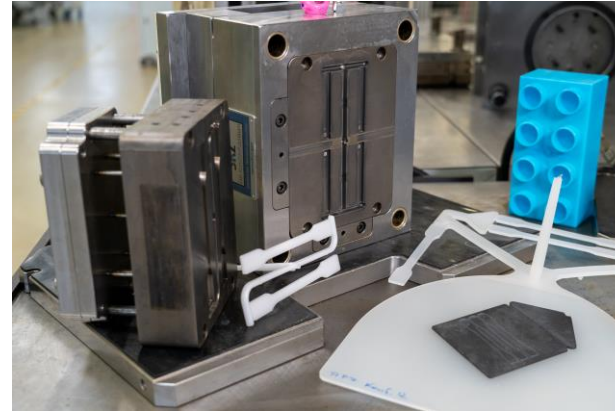


Versuchsreihe	Feuchtigkeit [%]
Blau	0,055
Rot	0,116
Violet	0,204
Grün	0,395

Druck-/ Temperatur Auslauf
Kapillare
Druck-/ Temperatur Einlauf

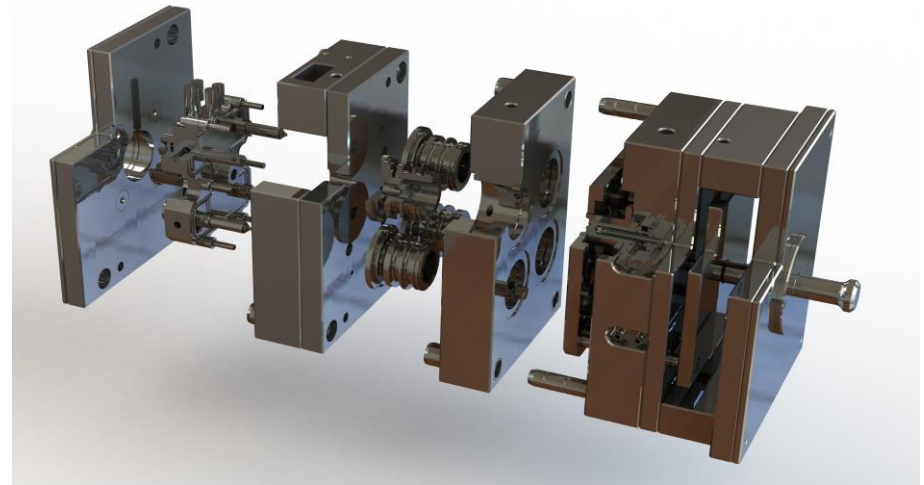
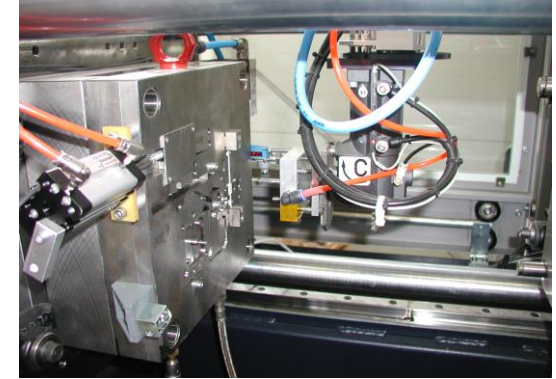
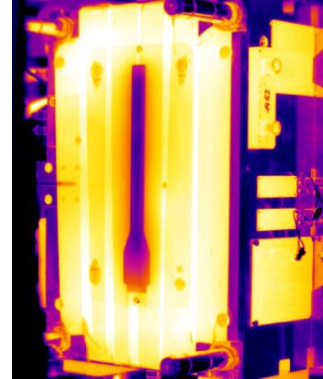
Service-Leistungen

- Bemusterung Thermoplasten / Alternativmaterialien
- Vergleich zum aktuellem Serienmaterial
- „Vor-Bemusterung“ und Vorauswahl im SKZ, bevor eine Maschinenkapazitäten in der Produktion belegt werden
- Muster-/Prüfpakte in Abstimmung mit den spezifischen Kundenanforderungen, z. B.
 - Prüfkörperherstellung & mechanische Prüfungen
 - Prozessfenster, Zykluszeit ...
 - Bindenahtfestigkeit/-qualität
 - Oberflächenqualität
 - Entformungsverhalten
 - Schwindung
 - ...
- Neutrale, externe Expertise und Bewertung anhand quantifizierbaren Kriterien



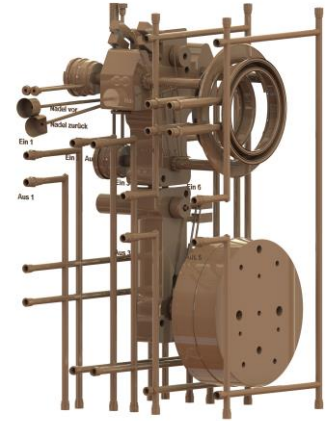
Service-Leistungen

- Bemusterung von Serienwerkzeugen im Technikum des SKZ
- Nutzung der SKZ-Technikumsmaschinen mit den neusten Steuerungen von 500 – 5.000 kN Schließkraft
- Keine Belegung der eigenen Maschinenkapazitäten
- Parameter- und/oder Materialstudien in kontrollierter, neutraler Umgebung
- Ermittlung von Prozessfenster und Korrelationen zur Bauteilqualität (DOE)
- Füllstudien, Siegelzeitermittlung, Schließkraftbedarf/-Werkzeugatmung, ...
- Nutzung aller im SKZ zur Verfügung stehen Prüf- und Analyseverfahren
- Implementierung von Inline-Messverfahren
- Einbindung der Produktionsmitarbeiter (Trouble-Training, Werkzeuge anfahren & Prozesse optimieren ...)

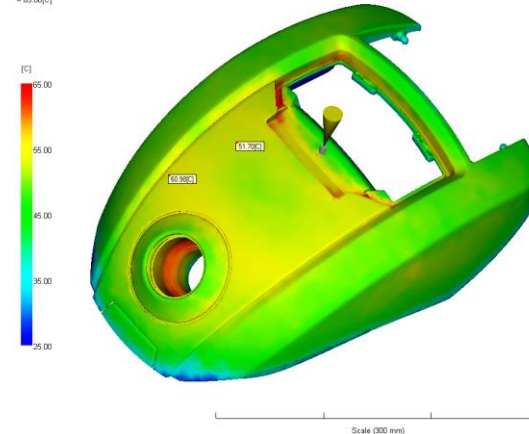


Service-Leistungen

- Simulative Begleitung von Beginn an und in allen Iterationsschleifen
- Bewertung erster Designstudien hinsichtlich spritzgießgerechter Konstruktion und Herstellbarkeit
 - Druckverluste, Füllbarkeit, Bindenähte, ...
 - Frühzeitige Identifizierung von Problembereichen
- Simulation des ersten Werkzeugkonzepts
 - Anbindung, Temperierung
 - Schwindung & Verzugsanalyse
 - ...
- Prozess-Simulation des gesamten Werkzeuges und virtuelle Ermittlung optimaler Spritzgießparameter
 - transiente Betrachtung
 - virtuelle DOE
 - ...
- Simulation des finalen Werkzeugkonzeptes



Temperature, mold
= 65.00[C]



Service-Leistungen

- Bemusterung von Recompounds
- Einfluss von Regranulat bzw. Regranulatanteilen
- Vergleich zu Serien-/Virgin – Materialien
- Verarbeitung mittels Heiß- und/oder Kaltkanal
- Bewertung des Verarbeitungsverhaltens, z. B.
 - Spritz- und/oder Werkzeuginnendruck
 - Zykluszeit
 - Dosierverhalten
 - ...
- Einflüsse auf:
 - das Fließverhalten
 - die Oberflächengüte
 - Bindenähte
 - Prozesskonstanz
 - ...
- Prüfungen/Analysen:
 - Mechanisch, thermisch, chemisch, ...
 - Lagerversuche: Wärme, Temperaturwechsel, Klima ...
 - ...
- Einfärbeversuche (Masterbatch, Flüssigfarbe)
- ...





Ihre Ansprechpartner

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum

Friedrich-Bergius-Ring 22
Fax: +49 931 4104 - 377
97076 Würzburg

Christian Deubel

Industrie-Service

Tel: +49 931 4104 - 242
E-Mail: c.deubel@skz.de

Christoph Mussauer

Leitung Spritzgieß-Technikum

Tel: +49 931 4104 - 190
E-Mail: c.mussauer@skz.de