



**Erhöhte  
Wirtschaftlichkeit  
durch werkzeug-  
innendruckbasierte  
Systeme**

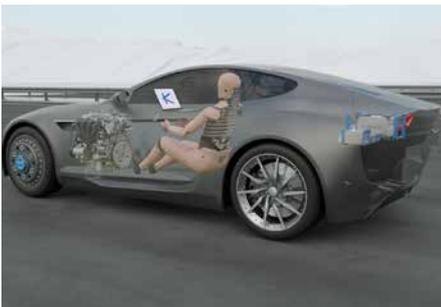
## Kunststoffverarbeitung

Optimierte Prozesstransparenz beim Spritzgießen



### **Absolute Aufmerksamkeit für die Welt von morgen**

Kistler entwickelt messtechnische Lösungen, bestehend aus Sensoren, Elektronik, Systemen und Services. Im physikalischen Grenzbereich von Emissionsreduktion, Qualitätskontrolle, Mobilität und Fahrzeugsicherheit erbringen wir Spitzenleistungen für eine zukunftsfähige Welt und schaffen ideale Voraussetzungen für Industrie 4.0. So ermöglichen wir Innovation und Wachstum – für und mit unseren Kunden.



Kistler steht für Fortschritte in der Motorenüberwachung, Fahrzeugsicherheit und Fahrdynamik und liefert wertvolle Daten für die Entwicklung der effizienten Fahrzeuge von morgen.



Kistler Messtechnik sorgt für Höchstleistungen in Sportdiagnostik, Verkehrsdatenerfassung, Zerspankraftanalyse und anderen Anwendungen, wo unter Extrembedingungen absolute Messsicherheit gefragt ist.



Kistler Systeme unterstützen sämtliche Schritte einer vernetzten, digitalisierten Produktion und sorgen für maximale Prozesseffizienz und Wirtschaftlichkeit in den Smart Factories der nächsten Generation.

# Inhalt

## Einleitung

Unternehmenserfolg im Fokus	4
Mehr Produktivität, weniger Kosten	6
Werkzeuginnendruck als Gradmesser für Qualität	8

## Messkette

100 % Qualität – vom Messwert bis zur Dokumentation	10
---	----

## Sensoren

Mit hochpräzisen Sensoren zu mehr Prozesssicherheit	12
Die richtige Positionierung entscheidet	14

## Anschlusstechnik

Die sichere Ausstattung für Spritzgießwerkzeuge	15
---	----

## Systeme

Prozessüberwachung mit ComoNeo	16
Assistenzsysteme	17
Prozessregelungssysteme	18
Prognosesysteme	19
Qualitätsdokumente aus dem ComoDataCenter	20

## Software

ComoNeoPREDICT Arbeitspunktnavigator – für stabile Formteilqualität	21
--	----

## Service

Kistler, Ihr Partner für Innovation	22
Weltweit im Einsatz für unsere Kunden	23



## Unternehmenserfolg im Fokus

**Leistungsfähige Systeme auf Basis der Werkzeuginnendruckmessung überwachen nicht nur die Formteilqualität und optimieren den ganzen Spritzgießprozess. Sie sorgen auch für einen nachhaltigen Return on Investment (ROI).**

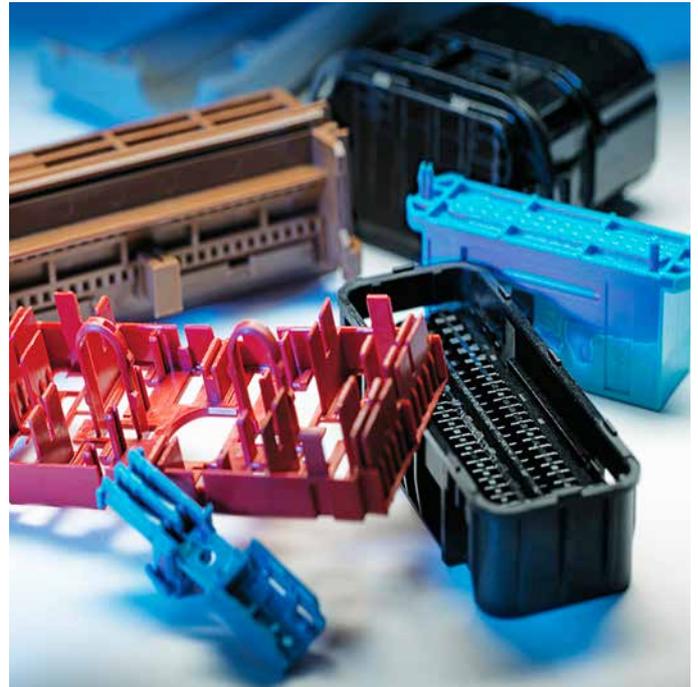
Die Vorgänge im Formwerkzeug entscheiden über die Qualität der Spritzgussteile. Da diese jedoch nicht direkt beobachtet werden können, hat man oft versucht, die Prozessphasen mithilfe maschinenseitiger Größen zu beschreiben. Diese Versuche sind jedoch meist gescheitert – nicht zuletzt, weil sie wichtige Effekte wie das Einfrieren des Anschnitts oder die Kompression der Schmelze nicht erfassen können.

### **Werkzeuginnendruck als entscheidende Prozessgröße**

Seit vier Jahrzehnten ist bekannt, dass der Werkzeuginnendruck mit den qualitätsrelevanten Formteilmerkmalen wie Maßtreue, Oberfläche, Gewicht oder Ausformungsgrad zusammenhängt. Da der Werkzeuginnendruck die Entstehungsbedingungen des Spritzgussteils lückenlos beschreibt, verschafft er Einblick in das Werkzeug – unabhängig von Maschineneinstellungen und anderen Parametern.

### **Vorteile werkzeuginnendruckbasierter Systeme:**

- Null-Fehler-Produktion
- Senkung von Qualitätskosten
- Optimierung der Prozesseffizienz
- Schnelle Amortisation (ROI)
- Optimierung der Zykluszeit
- Einsparung von Personalkosten
- Reduzierung der Energiekosten
- Datensicherung und -optimierung



### 100 %-Qualitätssicherung mit Systemen von Kistler

Die Werkzeuginnendrucksysteme von Kistler stellen einen geschlossenen Regelkreis dar – von der Messung und Steuerung des Prozesses bis zur umfassenden Dokumentation der Prozessparameter. Diese Dokumentation erbringt nicht nur den Qualitätsnachweis für das hergestellte Formteil, sondern ermöglicht auch die gezielte Überwachung von Toleranzgrenzen sowie das frühzeitige Erkennen von Prozessabweichungen.

### Betriebswirtschaftlicher Erfolg im Zentrum

Im Zentrum unserer Bemühungen, eine Null-Fehler-Produktion in der Serienfertigung zu erreichen, steht der betriebswirtschaftliche Erfolg unserer Kunden: Denn nur die konsequente Erhöhung der Prozesssicherheit, die Optimierung der Ressourcen und eine damit verbundene Produktivitätssteigerung haben eine nachhaltige Verbesserung der Prozesseffizienz zur Folge.



### Spritzgießen mit Kistler – jetzt online erleben

Überzeugen Sie sich anhand unserer Animation von den erstklassigen Kistler Lösungen – für den sichersten Weg zu 100 % Qualität in Ihrer Produktion:





Mit freundlicher Genehmigung von TE Connectivity

## Mehr Produktivität, weniger Kosten

**Die Systeme von Kistler zur Messung des Werkzeuginnendrucks bringen Vorteile entlang der gesamten Produktentstehungskette. Besonderer Mehrwert: die Produktivitätssteigerung und die Senkung der Betriebskosten.**

In der Serienproduktion dient der Werkzeuginnendruck zur kontinuierlichen Überwachung der Formteilqualität. Der Verlauf des Werkzeuginnendrucks spiegelt präzise die Bedingungen wider, unter denen das Spritzgussteil entsteht. Entspricht die Formteilqualität aufgrund von Prozessstörungen nicht (mehr) den geforderten Qualitätsmerkmalen, kann eine Ausschussweiche automatisch die nicht konformen Teile aussortieren.

### **Produktivitätssteigerung und Kostensenkung**

Diese prozessintegrierte Qualitätssicherung stellt die frühestmögliche Erkennung von Ausschuss dar und ist zwingende Voraussetzung für die Realisierung einer Lean Production. Die so angestrebte Null-Fehler-Produktion führt zu einer gesteigerten Produktivität durch bessere Maschinenauslastung und zu geringeren Produktionskosten – und damit zu einer Senkung der Betriebskosten.

### **Echtzeitsteuerung und Regelung**

Das System zur Prozessüberwachung und -regelung ComoNeo von Kistler erlaubt die umfassende Steuerung des Spritzgießprozesses und unterstützt damit das Ziel, eine Null-Fehler-Produktion zu erreichen. Mithilfe dieses Systems kann der Umschaltzeitpunkt füllgradabhängig ermittelt werden. Dies kann sowohl mit einem Druckschwellwert als auch mit einem speziellen Algorithmus erfolgen, der den abrupten Druckanstieg bei volumetrischer Formfüllung automatisch erkennt. Des Weiteren können etwa beim Kaskadenspritzgießen die Nadelverschlussdüsen exakt auf einen Druckschwellwert geöffnet werden. Das Startsignal für die Fluidinjektion bei der Wasser- und der Gasinjektionstechnik (WIT, GIT) oder das Startsignal für den Prägehub beim Spritzprägen sind ebenfalls Beispiele für hochpräzise Steuer- und Regelfunktionen auf Basis des Werkzeuginnendruckverlaufs. Auch die Heißkanalbalancierung zählt zu den Funktionen, die sich auf Druckinformationen aus dem Werkzeug stützen: Die automatische Balancierung synchronisiert die Druckprofile durch individuelle Regelung der Düsentemperaturen am Heißkanal.



### **Dokumentierter Qualitätsnachweis**

Die während der Produktion gemessenen Werkzeuginnendrucke spiegeln eindeutig die Qualität der gefertigten Formteile wider und lassen sich daher zu Dokumentationszwecken nutzen. Aus Prüfungen nach der statistischen Prozesskontrolle (SPC) resultiert so eine 100 %-Qualitätssicherung auf Basis der Werkzeuginnendruckmessung. Diese Messmethode senkt die Kosten für die Formteilprüfung und ermöglicht eine automatische Dokumentation der Prozessdaten, die dem Hersteller und seinen Kunden auch noch Jahre nach der Fertigung eines Formteils zur Verfügung stehen.

### **Vorteile entlang der Prozesskette**

#### **Bei der Abmusterung:**

- Erste Maschineneinstellungen ohne Füllstudien
- Zeitgewinn dank optimalem Ablauf
- Erhebliche Kostenreduzierung bei der Abmusterung
- Beschleunigung des Gesamtprojekts

#### **In der Optimierung:**

- Automatische Detektion des Umschaltpunktes
- Optimaler Verlauf des Werkzeuginnendrucks
- Geringstmögliche Zykluszeiten

#### **Beim Anfahren:**

- Optimale Formteilqualität auch bei Maschinenwechsel
- Keine aufwändige Prüfung der Formteile
- Automatisierte Heißkanalbalancierung

#### **In der Serienproduktion:**

- 100 %-Kontrolle
- Automatische Separierung von Ausschuss
- Echtzeitsteuerung des Prozesses

#### **Als Qualitätssicherung:**

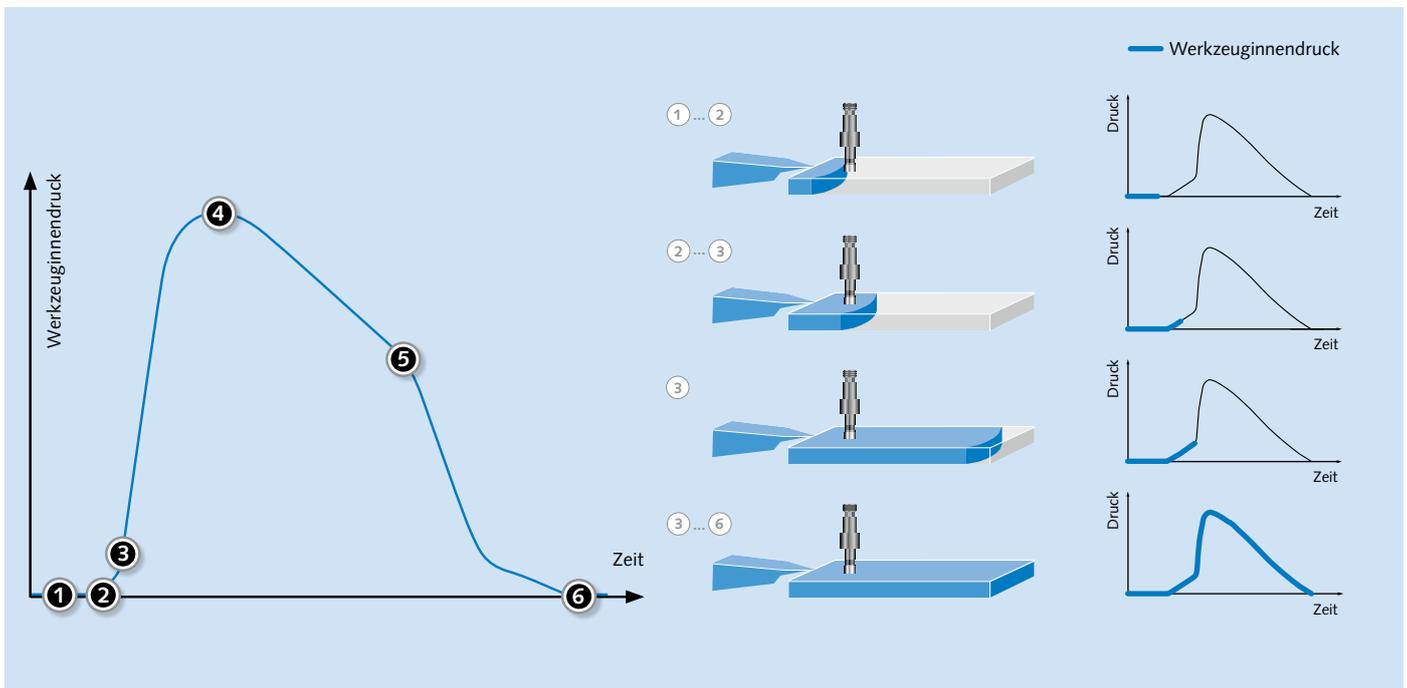
- 100 %-Qualitätsnachweis für jedes Formteil
- Niedrigere Kosten für Formteilprüfung
- Automatische Qualitätsdatendokumentation



## Werkzeuginnendruck als Gradmesser für Qualität

Der Verlauf des Werkzeuginnendruckes gibt Auskunft über die Qualität jedes einzelnen Formteils. Richtig gesteuert, sorgt er in der Kavität für eine nachhaltige Qualitätsverbesserung und Ausschussreduzierung.

Der Werkzeuginnendruck kann die Füll-, die Kompressions- und die Nachdruckphase beim Spritzgießen sehr exakt beschreiben. Mit dem Wissen über die grundlegenden physikalischen Zusammenhänge fällt die Auswertung und Interpretation des Druckverlaufs leicht.



### Die vier Phasen des Werkzeuginnendrucks

Zu Beginn der Füllphase (1) tritt die Schmelze in die Kavität ein. Sobald die Fließfront den Sensor erreicht (2), ist ein Druck messbar. Mit zunehmender Füllzeit sollte der Druck nahezu linear ansteigen. Bei der volumetrischen Füllung der Kavität ist das Ende der Füllphase (3) erreicht. Die Schmelze wird in der Kompressionsphase verdichtet, um die Ausformung der Formteilkonturen sicherzustellen. Nach Erreichen des maximalen Werkzeuginnendrucks (4) folgt die Nachdruckphase. Sie gleicht die hohe Schwindung des Kunststoffes – also die Verkleinerung seines Volumens infolge der Abkühlung – durch nachgeschobenes Material aus. In der Nachdruckphase werden bis zu 10 % des Formteilmolumens in das Formnest gedrückt. Wenn die Schmelze im Angussbereich erstarrt (5), lässt die fortschreitende thermische Kontraktion den Druck im Formnest bis auf den Umgebungsdruck absinken (6).

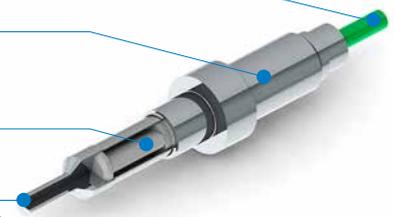
### Direkter Drucksensor Typ 6183

Single-Wire-Kabel

Sensorkörper

Kristall

Druckübertragungselement



### Funktionsweise der Druckmessung

Durch die gerichtete Verformung eines piezoelektrischen Kristalls entsteht eine elektrische Ladung. Das Ladungssignal, das proportional zum Druck funktioniert, wird mit einem Ladungsverstärker in elektrische Spannung umgewandelt. So können hochdynamische Druckverläufe exakt gemessen werden.

# 100 % Qualität – vom Messwert bis zur Dokumentation

Entlang der gesamten Messkette bietet Kistler alles, was es braucht, um von der ersten Messung bis zur kompletten Dokumentation Bestresultate zu erzielen: hochpräzise Sensoren, ein leicht konfigurierbares Prozessüberwachungssystem sowie die dazugehörige Anschlussstechnik und Vernetzungssoftware.

## Sensoren

Exakte und reproduzierbare Druckmesswerte sind nur mit zuverlässigen und präzise messenden Sensoren zu gewinnen. Kistler liefert für jede Formteilgeometrie, jede Einbausituation, jeden Spritzgießprozess und jeden Kunststoffwerkstoff den optimalen Sensor.

Sensoren von Kistler besitzen eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer, liefern ein hoch lineares Messergebnis und arbeiten temperaturunabhängig. Sie messen mit hoher Auflösung kleinste Druckschwankungen bei bis zu 2000 bar und/oder Temperaturveränderungen von bis zu 300 °C mit hoher Auflösung.

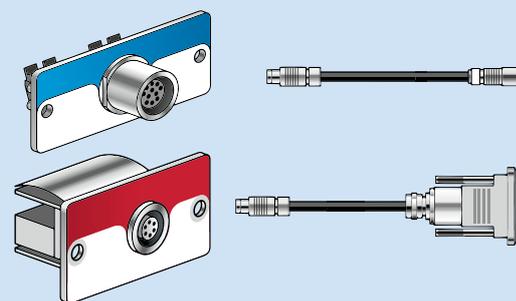
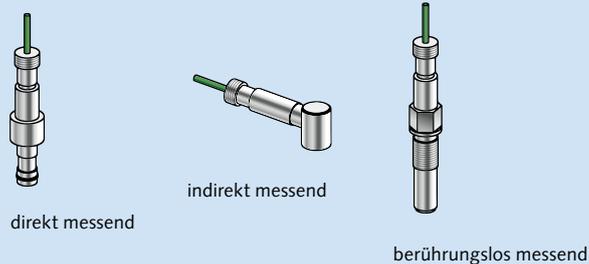
## Anschlussstechnik

Immer mehr Kavitäten und komplexere Temperierkonzepte gestalten den Aufbau von Spritzgießwerkzeugen zunehmend kompliziert. Dennoch sollen die Werkzeuge wartungsfreundlich aufgebaut und schnell demontierbar sein. Kistler hat diesen Wandel mit seiner Anschlussstechnik für Druck- und Temperatursensoren konsequent begleitet.

Die Single-Wire-Technik und die Mehrkanalkabeltechnik von Kistler erlauben eine korrekte und zuverlässige Übertragung der Sensorsignale zu den Überwachungs- und Regelungssystemen. Auch die Signale kombinierter Druck-Temperatur-Sensoren können mit der Mehrkanal-Kabeltechnik und einem Thermo-elementverstärker übertragen werden.

Messen

Verbinden



### Analysesysteme

ComoNeo ist das Prozessüberwachungssystem von Kistler zur werkzeuginnendruckbasierten Optimierung, Steuerung, Überwachung und Dokumentation des Spritzgießens mit Gutteil-Schlechtteil-Trennung. Das System eignet sich für jede Applikation und sorgt für eine Senkung der Qualitätskosten durch die automatische Erkennung von Fehlteilen.

ComoNeo ist kompakt, industriegerecht und leicht konfigurierbar, verfügt über eine prozessorientierte Bedienphilosophie und fügt sich flexibel in verschiedene Produktionsumgebungen ein. Das System besitzt bis zu 32 Eingänge für piezoelektrische Werkzeuginnendrucksensoren, bis zu 16 Eingänge für Temperaturmessungen und vier analoge Spannungseingänge für Maschinensignale (Schneckenweg, Maschinendruck etc.).

### Software

Für ComoNeo existieren optionale Softwareprodukte zur Erweiterung.

#### Erhältliche Features:

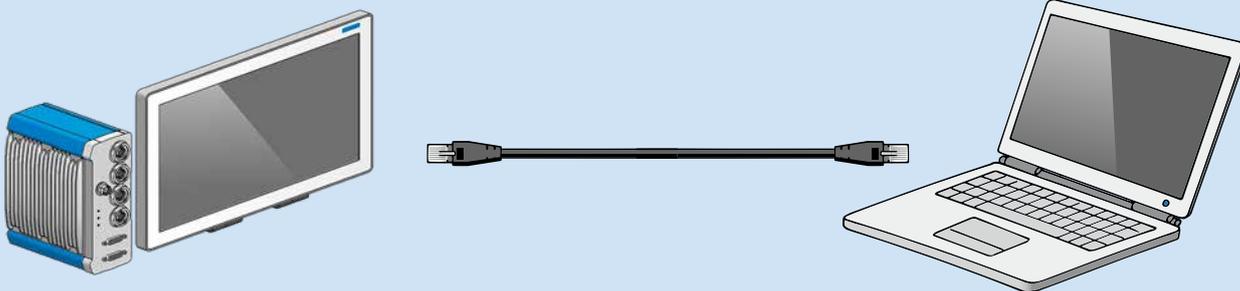
- ComoNeoGUARD
- ComoNeoRECOVER
- ComoNeoMULTIFLOW
- ComoNeoSWITCH
- ComoNeoMERGE
- ComoNeoCOMPOSITE
- ComoNeoPREDICT

#### ComoDataCenter

Im ComoDataCenter können alle ComoNeo Geräte vernetzt werden. Die Daten können live oder aus der History betrachtet werden.

Überwachen und regeln

Dokumentieren und analysieren





## Mit hochpräzisen Sensoren zu mehr Prozesssicherheit

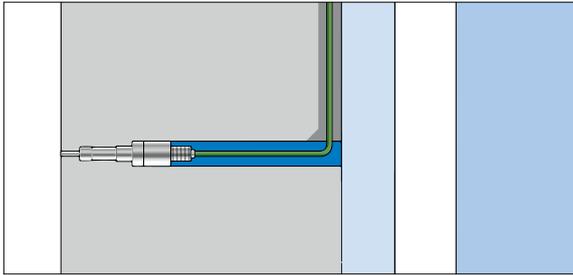
**Exakte und interpretierbare Druckmesswerte erhöhen die Prozesssicherheit und sorgen für mehr Effizienz in der ganzen Produktion. Die präzisen Werkzeuginnendrucksensoren von Kistler bieten hierzu die richtige Lösung.**

Die Messung von Druck und Temperatur beim Spritzgießen setzt eine hoch auflösende und sichere, zugleich aber auch wartungsfreie und langlebige Messtechnik voraus. Entsprechende Messsysteme müssen selbst bei Drücken von 2000 bar kleinste Druckschwankungen erfassen und auflösen.

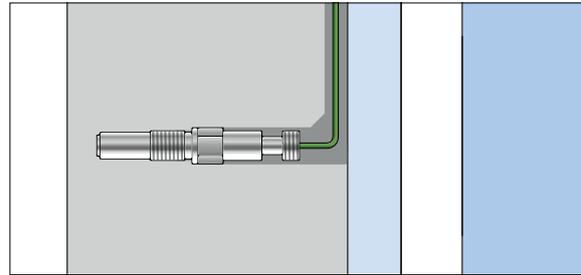
Piezoelektrische Werkzeuginnendrucksensoren von Kistler besitzen eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer und arbeiten zuverlässig auch bei hohen Temperaturschwankungen. Sie können bei Werkzeugtemperaturen von bis zu 300 °C und für beliebig hohe Schmelzetemperaturen eingesetzt werden. Kistler bietet eine ganze Reihe von Werkzeuginnendrucksensoren mit einer normierten Einheitsempfindlichkeit an. Jeder mit der Unisens-Technologie ausgestattete Sensor wird mit einer einheitlichen Empfindlichkeit ausgeliefert. Individuelle Einstellungen an den Elektronikgeräten müssen somit nicht mehr vorgenommen werden.

### Vorteile von Kistler Sensoren:

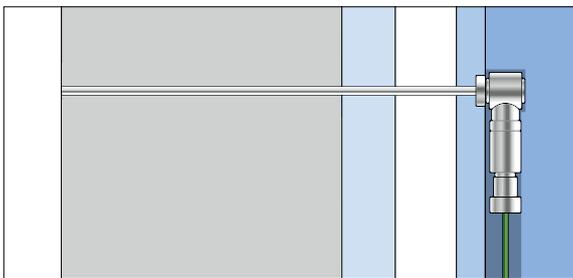
- Hoch auflösende, sichere und langlebige Messtechnik
- Erfassung von kleinsten Druckschwankungen
- Temperaturunabhängige Messung
- Sensoren für direkte, indirekte und berührungslose Messungen
- Kombinierte Sensoren für Druck und Temperatur



Direkte Messung: Der Schmelzedruck wirkt direkt auf die Front des Drucksensors.



Berührungslose Messung: Messdübel erfassen die vom Druck verursachte Stauchung des Werkzeugs.



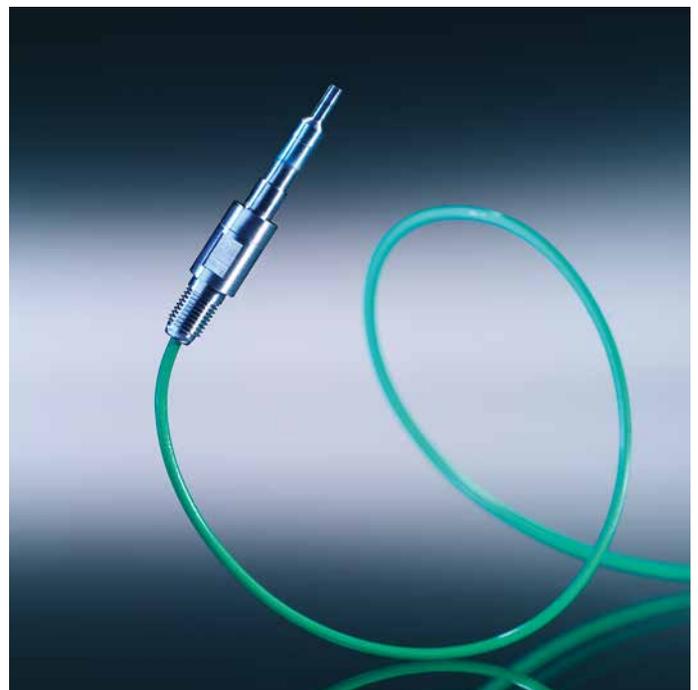
Indirekte Messung: Der Auswerferstift überträgt den Druck auf einen Kraftsensor.

### Direkte, indirekte und berührungslose Messung

Bei der direkten Messmethode berührt der Sensor die Kunststoffschmelze in der Kavität und misst so den Druck direkt und ohne Verluste. Die Front des Sensors kann bei den meisten Sensoren so an die Oberfläche der Kavität angepasst werden, dass kaum ein Abdruck auf dem Formteil zu erkennen ist. Direkt messende Sensoren sind in unterschiedlichen Dimensionen erhältlich. Die indirekte Messmethode empfiehlt sich dann, wenn nicht genügend Platz für einen direkt messenden Sensor vorhanden ist. Optische Bauteile wie Linsen oder Lichtleiter sowie Formteile mit Class-A-Oberflächen für die Automobiltechnik dürfen keine Markierungen von Sensoren aufweisen. Bei solchen Anwendungen lässt sich der Werkzeuginnendruck auch berührungslos durch Messdübel messen.

### Kombinierte Sensoren für Druck und Temperatur

Für die Überwachung von Formteilen mit Schwindungs- und Verzugsneigung ist es sinnvoll, neben dem Werkzeuginnendruck auch die Temperatur zu erfassen. Die kombinierten Druck-Temperatur-Sensoren messen den Werkzeuginnendruck und die Kontakttemperatur an derselben Stelle des Formteils. Wegen der Positionierung des Thermoelements unmittelbar an der Spitze misst der Sensor die Kontakttemperatur zur Schmelze. Druck-Temperatur-Kombisensoren von Kistler sind einbaukompatibel zu den Standard-Werkzeuginnendrucksensoren.



# Die richtige Positionierung entscheidet

Die richtige Positionierung des Werkzeuginnendruckensors ist entscheidend für die Aussagekraft der Messung. Zu berücksichtigen sind vor allem die Lage des Sensors in Bezug auf den Fließweg der Schmelze und die Wanddicke des Formteils an der Einbaustelle.

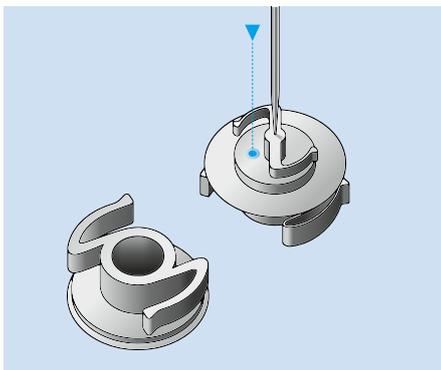
## Messung nah am Anguss

Der Druckverlauf im Werkzeug wird während der Füllphase erfasst, sobald die Fließfront der Schmelze den Sensor erreicht hat. In der Nähe des Anschnitts und im Bereich der größten Wanddicke wird meist ein aussagekräftiges und länger anhaltendes Messergebnis erzielt, da dickwandige Stellen zuletzt erstarren. Bei der Positionierung des Sensors ist abzuschätzen, an welchen Stellen die Schmelze zuerst und wo sie zuletzt einfriert. Bei Kavitäten mit mehreren Anschnitten sollte die Messung an kritischen Bereichen des Formteils erfolgen.

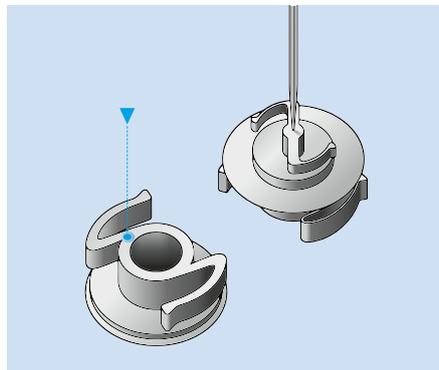
## Messung fern vom Anguss

Je weiter entfernt vom Anguss gemessen wird, desto später erreicht die Fließfront der Schmelze den Sensor. Umso später beginnt auch die Druckmessung und umso größer muss der Füllzustand sein, um einen Druck zu messen. Folglich kann die Füllphase bis zum Erreichen des Sensors nicht dargestellt werden. Bei einer Messung am Rand des Formteils – also fern vom An-guss bzw. am Ende des Fließwegs – wird ein Signal erst mit dem steilen Druckanstieg der Kompressionsphase gemessen. Angussfern gewählte Messpositionen bieten dann Vorteile, wenn spezielle Qualitätsprobleme am Fließwende überwacht werden sollen.

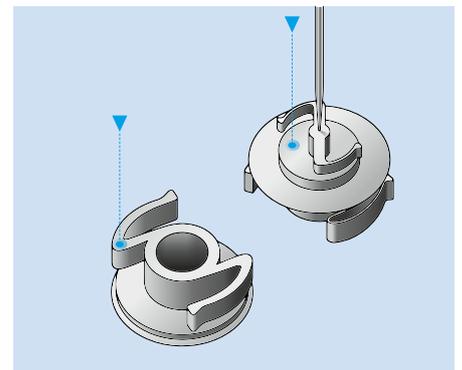
## Grundregeln für die richtige Positionierung des Sensors



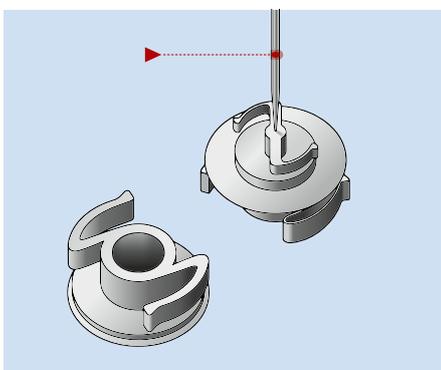
1. Angussnahe Platzierung für optimale Messergebnisse



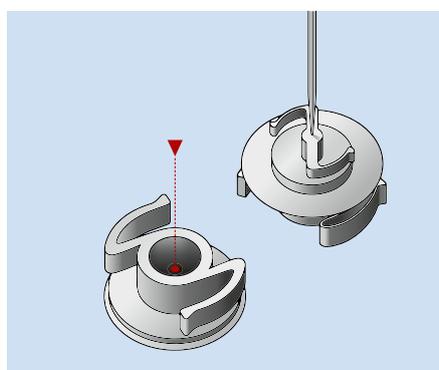
2. Positionierung im Bereich der größten Wanddicke



3. Zweiter Sensor bei großen Formteilen



4. Keine Positionierung im Anguss



5. Keine Positionierung gegenüber dem Anschnitt

# Anschlusstechnik: Sichere Ausstattung für Spritzgießwerkzeuge



Die Single-Wire- und die Mehrkanal-Kabeltechnik von Kistler haben den Anschluss von Sensoren an Systeme erheblich vereinfacht und sicherer gemacht, denn sie erlauben eine nachweisbar korrekte Signalübertragung.

Bei der Single-Wire-Technik besteht das Kabel aus einem Leiter mit sehr kleinem Querschnitt. Diese Technik reduziert den Platzbedarf im Werkzeug, erleichtert den Sensoreinbau und ermöglicht die Reparatur des Kabels durch den Anwender. In komplexen und modularen Werkzeugen verbinden Kontaktelemente Kabel in unterschiedlichen Werkzeugelementen.

## Mehrkanal-Kabeltechnik

Basierend auf der Single-Wire-Technik lassen sich mit einem einzigen Kabel bis zu acht verschiedene Sensoren im Werkzeug an Auswertesysteme anschließen. Ein Mehrkanal-Stecker und ein Mehrkanal-Kabel verbinden alle Sensoren im Werkzeug mit dem Prozessüberwachungssystem ComoNeo. Die Mehrkanal-Kabeltechnik reduziert zudem den Platzbedarf in Werkzeugen und senkt die Kosten für die Verkabelung. Der Mehrkanal-Stecker ist standardmäßig mit einem Chip ausgestattet, der eine automatische Werkzeugidentifikation erlaubt. Die Mess- und Analysesysteme ComoNeo erkennen automatisch das Werkzeug und laden die zugehörigen Einstellungen und Parameter. Dadurch werden Fehler vermieden und ein deutlich schnellerer Werkzeugwechsel ist möglich.

## Kabeltechnik für Druck- und Temperatursignale

Auch kombinierte Druck-Temperatur-Messungen sind mit der Mehrkanal-Kabeltechnik möglich. Den Anschluss an das Prozessüberwachungssystem ComoNeo sichert ein einziges Kabel für bis zu acht Temperatursignale. Der Verstärker unterstützt die kombinierten Kistler Druck-Temperatur-Sensoren sowie alle gängigen Temperatursensoren.

### Vorteile der Single-Wire-Technik:

- Beliebige Kürzbarkeit der Kabel
- Kabelreparatur durch den Anwender möglich
- Platzsparendes Verlegen der Kabel

### Vorteile der Kontaktelemente:

- Einfache Integration und Montage von Sensoren und Kabeln in komplexe, modulare Werkzeuge
- Vereinfachte Montage und Wartung von Werkzeugen
- Keine Beschädigung von Kabeln bei Montage/Demontage von Werkzeugen

### Vorteile der Mehrkanal-Kabeltechnik:

- Nur ein Kabel von Werkzeug zu Überwachungssystem
- Einfachere/schnellere Installation als bei Einkanal-Kabeltechnik
- Werkzeugidentifikation für schnellen und sicheren Werkzeugwechsel



## Prozessüberwachung mit ComoNeo

**Ziel aller Anstrengungen zur Prozessüberwachung beim Spritzgießen ist eine Kosteneinsparung. Dank der automatischen Erkennung von Ausschuss ist das Prozessüberwachungssystem ComoNeo hierzu das Mittel der Wahl.**

ComoNeo ist das Prozessüberwachungssystem von Kistler zur werkzeuginnendruckbasierten Analyse, Optimierung, Überwachung und Dokumentation des Spritzgießens mit Gutteil-Schlechtteil-Trennung. Es ist kompakt, industriegeeignet und leicht konfigurierbar. Zudem besitzt es eine einfache Anschlusstechnik und fügt sich flexibel in verschiedene Produktionsumgebungen ein.

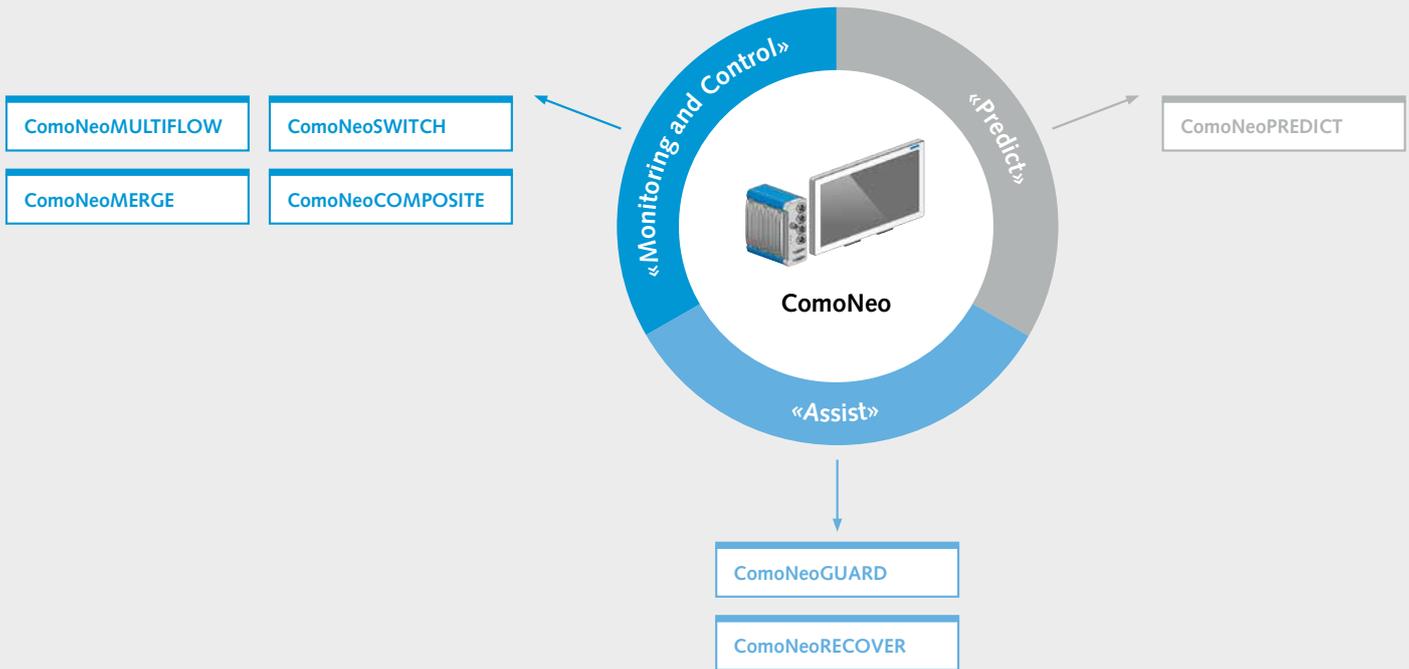
### **Einfache Bedienung und übersichtliche Darstellung**

ComoNeo ist einfach zu bedienen: Der Verlauf des Werkzeuginnendrucks kann in Echtzeit verfolgt werden, und die Visualisierung auf dem kapazitiven Multi-Touch-Display macht Prozessschwankungen leicht erfassbar. Die integrierte Datenspeicherung ermöglicht ein Aufzeichnen von Kurvenhistorys mit mindestens 50000 Zyklen. Die Überlagerung von Kurven und eine Reihe weiterer nützlicher Funktionen (wechselbare Farbschemen zur Kurvendarstellung, Zykluskommentare, Cursorfunktionen etc.) ermöglichen eine detaillierte Analyse direkt an der Spritzgießmaschine. Bestandteil des Produktionsmodus sind sowohl übersichtliche Darstellungen zum Produktionsfortschritt und der Ausschussrate als auch intelligente Mechanismen, die z. B.

einen Produktionsunterbruch automatisch erkennen und beim Wiederaufstart eine definierte Anzahl von Zyklen als Ausschuss deklarieren. Zusätzlich zur Bauteilqualität kann ComoNeo auch die Prozessstabilität überwachen und bei Prozessschwankungen Warnsignale ausgeben.

### **Vorteile von ComoNeo:**

- Separierung von Gut/Schlecht-Teilen
- Reduktion der Kosten aufgrund erhöhter Prozesseffizienz
- Überwachung und Optimierung der Prozessstabilität auf Basis des Werkzeuginnendrucks
- Das integrierte Prozess-Dashboard schafft einen schnellen Überblick über Zustand und Verlauf der Produktion
- Benutzergeführtes Erstellen und Definieren der Überwachungsfunktionen zur Bauteilseparierung



## Assistenzsysteme

### ComoNeoGUARD

ComoNeoGUARD ist ein Tool, das die Überwachungsboxen zur Gut/Schlecht-Bewertung selber erstellt und positioniert – und Benutzer so schnell und zielgerichtet zu den Ausschussgrenzen führt. Als Ergebnis werden die Bewertungstypen sowie die dazugehörigen Grenzen festgelegt. Dadurch wird eine hochpräzise Bauteilüberwachung mit Gut/Schlecht-Aussortierung möglich und der sogenannte Pseudoscrap – also vermeintlicher Ausschuss – wird damit reduziert. ComoNeoGUARD zur benutzergeführten Erstellung der EO-Grenzen leitet Anwender bei der korrekten Festlegung der Ausschussgrenzen an. Somit brauchen diese kein spezifisches Vorwissen bei der Einrichtung der vollständigen Prozessüberwachung.

### ComoNeoRECOVER

Mit ComoNeoRECOVER erhalten Anwender die Möglichkeit, bereits etablierte Prozesse problemlos von einer Maschine auf die andere zu übertragen. Das ermöglicht auch Nutzern ohne spezifisches Vorwissen über Werkzeuginnendruck eine einfache Prozessoptimierung und Verbesserung der Bauteilqualität. Das Wiederanfahrmodul ist seit der Version 2.0 von ComoNeo im System integriert. Ziel des Moduls ist es, die Qualität eines etablierten Spritzgießprozesses in einer neuen Maschine identisch zu reproduzieren. Somit wird der Wiederanfahrassistent nicht als Tool zur Überwachung, sondern zur Optimierung von Spritzgießprozessen eingesetzt.

# Prozessregelungssysteme

## **ComoNeoMULTIFLOW: Automatische Heißkanalbalancierung**

ComoNeoMULTIFLOW synchronisiert die Druckprofile durch individuelle Regelung der Düsentemperaturen am Heißkanal. Es stabilisiert den Prozess und regelt sowohl Chargschwankungen als auch andere Prozessstörungen aus. Mit ComoNeo werden die Vorteile der automatischen Heißkanalbalancierung mit der 100 %-Qualitätssicherung auf Basis des Werkzeuginnendrucks kombiniert. Ziel der Heißkanalbalancierung sind identische Füll- und Druckverhältnisse in allen Kavitäten eines Werkzeugs. Als Regelgrößen für ComoNeoMULTIFLOW dienen die Verläufe des Werkzeuginnendrucks in den einzelnen Kavitäten. Stellgrößen bilden dabei die Temperaturen der Heißkanaldüsen.

## **ComoNeoSWITCH**

ComoNeoSWITCH gibt aktiv eine Rückmeldung zur Maschine. Damit ist beim werkzeuginnendruckabhängigen Umschalten ein ideales Timing während des Wechsels von der geschwindigkeits- zur druckgesteuerten Regelung möglich. Die Regelung zur automatischen Umschaltung kann auf zwei unterschiedliche Arten verwendet werden. Die erste Variante wird manuell eingerichtet, und das Regelverhalten verändert sich ausschließlich nach Eingriff des Anwenders. So können Benutzer zum Beispiel angeben, auf welchem definierten Innendruckniveau umgeschaltet werden soll. Die zweite Möglichkeit nennt sich SLP (Switch Level Process): Sie richtet sich vollautomatisiert ein und optimiert das Regelverhalten selbstständig von Zyklus zu Zyklus. Für Werkzeuge mit mehreren Kavitäten wurde das Verhalten beim automatischen Umschalten gezielt optimiert, um unterschiedliche Verhaltensweisen über den Produktionsverlauf hinweg auszugleichen. Beim manuellen Setzen von Bedingungen stehen zusätzliche Abhängigkeiten über mehrere Kavitäten hinweg als Regelkriterium zur Verfügung.

## **ComoNeoMERGE**

Mit ComoNeoMERGE werden bei der Produktion von Mehrkomponenten-Bauteilen wie Zahnbürsten, Schraubendrehern oder Griffen von Akkuschaubern sämtliche am Herstellungsprozess gemessenen Innendruckdaten zusammengeführt und so eine übersichtliche Darstellung des komplexen Mehrkomponenten-Spritzgießprozesses ermöglicht. Bei Mehrkomponenten-Spritzgießprozessen kommen mehrere Werkzeugarten mit unterschiedlichen Sensorpositionen zur Anwendung. Um den komplexen Prozessablauf beim Mehrkomponenten-Spritzguss präzise zu überwachen und dementsprechend die Qualitätskosten im Produktionsprozess zu reduzieren, bildet ComoNeoMERGE sämtliche Komponenten sowie die einzelnen Prozessschritte jeder Kavität als Kurve ab. Damit entfaltet ComoNeo als Prozessüberwachungssystem beim Mehrkomponenten-Spritzguss seine volle Funktionalität.

## **ComoNeoCOMPOSITE**

Wie auch bei anderen Füllprozessen (z. B. Spritzguss) ist der Druckverlauf ein entscheidender Faktor für die Prozessoptimierung und die Produktionsüberwachung. Mit ComoNeoCOMPOSITE lassen sich die charakteristischen Prozessphasen wie Evakuierung, Füllung und Aushärtung im Druckverlauf gut erkennen, was eine Optimierung der Prozessparameter und damit eine wirtschaftlichere Produktion erlaubt. Das Drucksignal dient zusätzlich als Regelgröße für einzelne Prozessschritte, sodass der Prozess online gesteuert werden kann. Anomalien in der Druckkurve lassen dabei erkennen, ob und welche Fehler im späteren Bauteil zu erwarten sind. Die Erfassung und Aufzeichnung des Drucksignals mit ComoNeoCOMPOSITE ermöglicht zudem die Rückverfolgbarkeit der einzelnen Prozessschritte. Die Druckkurve ist damit ein unverzichtbares Werkzeug für die Qualitätssicherung.



## Prognosesysteme

### **ComoNeoPREDICT: Konkrete Qualitätskriterien dank Online-Prognose**

Auf Basis der integrierten Online-Qualitätsprognose sind verlässliche Aussagen über jedes gefertigte Bauteil bereits im Voraus möglich. So prognostiziert ComoNeoPREDICT bereits aufgrund des aktuellen Werkzeuginnendruckverlaufs die späteren Abmessungen eines Bauteils. ComoNeoPREDICT basiert auf Modellen, die eine Berechnung der Formteileigenschaften ermöglichen. Mithilfe der statistischen Versuchsplanung (DoE) werden die Zusammenhänge zwischen Druck- und Temperaturverläufen sowie den definierten Qualitätsmerkmalen ermittelt. Um eine Online-Qualitätsprognose durchzuführen, benötigen Anwender nebst Maschine und Bauteil das Überwachungssystem ComoNeo sowie die Software (PC-Software) zur Erstellung des DoE und des Prognosemodells.



Die Funktionen des Prozessüberwachungssystems ComoNeo werden durch ein Modul mit Kurvenanalyse, Statistikfunktionen und Reporting ergänzt.

## Qualitätsdokumente aus dem ComoDataCenter

**Das ComoDataCenter vernetzt alle ComoNeo Systeme von Anwendern und führt die prozess- und qualitätsrelevanten Produktionsdaten laufender und abgeschlossener Aufträge in einer Datenbank zusammen.**

Mit dem ComoDataCenter erhalten Anwender nicht nur einen Überblick über den Status jeder Spritzgießmaschine, sondern auch die Möglichkeit zur geräteübergreifenden Produktionsüberwachung und Prozessanalyse. So können sie u. a. prüfen, welche Maschine im Vergleich besonders gute oder schlechte Performance-Werte aufweist. Die Daten stehen über einen Webbrowser jederzeit zur Verfügung – auch über mobile Endgeräte.

Die umfangreiche Datenhistorie des ComoDataCenter lässt sich schnell und einfach mit einer Reihe von Filtern durchsuchen. Auf diese Weise können Anwender auch eine mehrstufige Suche nach Produktionsaufträgen und -losen leicht ausführen. Zur Detailanalyse von Prozessschwankungen und Ausschusszyklen sind im ComoDataCenter vielfältige Auswertungsfunktionen verfügbar. Die optional erhältliche Expertenversion bietet zudem die Möglichkeit, die Daten in die IT-Infrastruktur von Anwendern einzubinden. Dies ermöglicht die Zusammenführung aller Produktionsdaten und gewährleistet so die uneingeschränkte Vergleichbarkeit der Daten.

### Vorteile des ComoDataCenter:

- Zentrale Ablage aller aufgezeichneten Prozessdaten
- Einfache und schnelle Suche (Filtermöglichkeit) nach Produktionsaufträgen
- Vergleich der Produktionseffizienz über verschiedene Lose hinweg
- Schnelle Detektion von Prozessschwankungen
- Aufzeichnung und Vergleich der Auslastung und Effizienz von Maschinen
- Bindet ComoNeo und CoMo Injection Gerät ein



## ComoNeoPREDICT Arbeitspunktnavigator – für stabile Formteilqualität

ComoNeoPREDICT Arbeitspunktnavigator ermöglicht die Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes. Aus dem stabilisierten Prozess und reduzierten Zykluszeiten ergeben sich eine gesteigerte Produktivität und spürbare Kosteneinsparungen.

Beim Rüsten und Einrichten passen die Bediener den Arbeitspunkt der Spritzgießmaschine üblicherweise durch sukzessives Verändern der Parameter so lange an, bis alle Qualitätsvorgaben an das Formteil erfüllt sind. In der Einstellphase orientieren sie sich mithilfe von Trial and Error meist an ihrer Erfahrung.

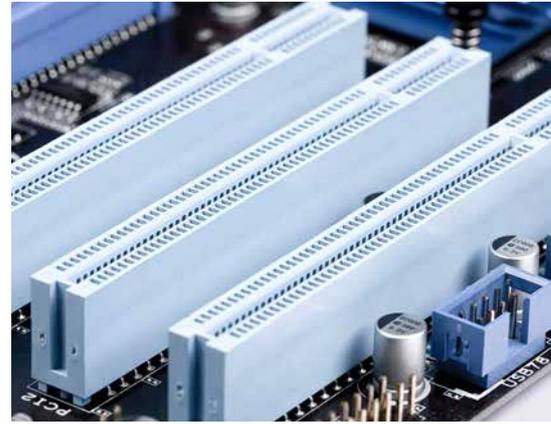
Der Arbeitspunktnavigator ist die Alternative zu dieser Vorgehensweise: Auf Basis der frei definierbaren Einstellparameter schlägt er eine minimale Anzahl Versuche vor. Alle Bauteile sämtlicher Versuche werden vermessen und Merkmale wie Oberfläche oder Gratbildung bewertet.

### Ermittlung des Arbeitspunktes

Mit diesen Daten stellt der Arbeitspunktnavigator einen Zusammenhang zwischen der Maschineneinstellung und der Bauteilqualität her. Aus dem Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern ermittelt das Programm den optimalen Arbeitspunkt.

### Vorteile von ComoNeoPREDICT Arbeitspunktnavigator:

- Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes
- Konstante Formteilqualität durch Prozessstabilisierung
- Simulation des Zusammenhangs zwischen Stellgrößen und Qualität im Spritzgießen
- Ideal zur Optimierung laufender Produktionsprozesse



## Kistler – Ihr Partner für Innovation

Kistler ist führender Hersteller von Sensoren und Systemen zur Qualitätssicherung beim Spritzgießen von Kunststoffbauteilen. In den 1970er-Jahren war Kistler der Pionier bei der Grundlagenentwicklung.

Heute bauen Verarbeiter aus aller Welt auf vier Jahrzehnte Kompetenz und Erfahrung von Kistler, aber auch auf Technologieführerschaft und Innovation zur Überwachung ihrer Prozesse. Hauptanwendungsgebiete im Bereich Plastics sind die Elektro-, die Medizin- und die Automobiltechnik.

**Ausgewählte Anwendungsbeispiele finden Sie unter [www.kistler.com](http://www.kistler.com) z. B.**

- Boida Kunststofftechnik
- Fischer
- F. Morat
- HEWI
- Neo Plastic
- Brose
- und andere

---

„Als Produktionsleiter kenne ich die Tücken des Spritzgießens technischer Teile. Sicherheit, dass meine Steckverbinder und Elektronikgehäuse für Kunden aus der Automobil- und der Elektroindustrie ausgespritzt sind, erhalte ich durch Sensoren und Systeme von Kistler.“

Statement von Erich Fischer, Produktionsleiter der Fischer GmbH & Co. KG in Sinsheim

---



## Weltweit im Einsatz für unsere Kunden

Mit einem weltweiten Vertriebs- und Servicenetzwerk ist Kistler überall in der Nähe der Kunden. Rund 2.200 Mitarbeitende an über 60 Standorten widmen sich der Entwicklung neuer Messlösungen und bieten individuelle anwendungsspezifische Unterstützung vor Ort.

Erhöhte Wirtschaftlichkeit durch innendruckbasierte Systeme

**KISTLER**  
measure. analyze. innovate.

Prozessüberwachung und -regelung  
Technik zur Prozessüberwachung und -regelung

Erhöhte Wirtschaftlichkeit durch werkzeug-  
innendruckbasierte Systeme

**KISTLER**  
measure. analyze. innovate.

Kunststoffverarbeitung  
Optimierung des Werkzeugens durch Innendruck

Wirtschaftlichere Produktion durch innendruckbasierte Fertigungsprozesse

**KISTLER**  
measure. analyze. innovate.

Composites  
Prozessüberwachung und Qualitätssicherung in der Fertigung von Kompositmaterialien

www.kistler.com

www.kistler.com

www.kistler.com

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.kistler.com/de/anwendungen](http://www.kistler.com/de/anwendungen)

**Kistler Group**  
Eulachstrasse 22  
8408 Winterthur  
Schweiz  
Tel. +41 52 224 11 11

Die Produkte der Kistler Gruppe sind durch verschiedene gewerbliche Schutzrechte geschützt. Mehr dazu unter [www.kistler.com](http://www.kistler.com)  
Die Kistler Gruppe umfasst die Kistler Holding AG und alle ihre Tochtergesellschaften in Europa, Asien, Amerika und Australien.

Finden Sie Ihren Kontakt auf  
[www.kistler.com](http://www.kistler.com)

**KISTLER**  
measure. analyze. innovate.