



KISTLER

measure. analyze. innovate.

Systematische Arbeitspunkt- optimierung

**Stabile Prozesse,
kurze Zykluszeiten
und ideale Einstell-
parameter für mehr
Produktivität beim
Spritzgiessen**

**QUALITY
MOLDING**
powered by Kistler

Systematische Arbeitspunktoptimierung

STASA QC ist eine Software, welche die Prozessstabilität und Formteilqualität beim Spritzgiessen steigert und zugleich die Zyklus- und Rüstzeit optimiert. Mit einem schlanken statistischen Versuchsplan ermittelt sie systematisch den Einfluss wichtiger Maschinenparameter auf die Qualität des Formteils und optimiert den Arbeitspunkt unter Berücksichtigung aller Optimierungsziele. Der stabilisierte Prozess, die hohe Formteilqualität und die reduzierten Zykluszeiten summieren sich in einer gesteigerten Produktivität und spürbaren Kosteneinsparungen.

Die Software Stasa QC wählt einen systematischen Ansatz zur Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes, der sich vom empirischen Vorgehen eines Maschinenbedieners unterscheidet und diesen deshalb wesentlich unterstützt.

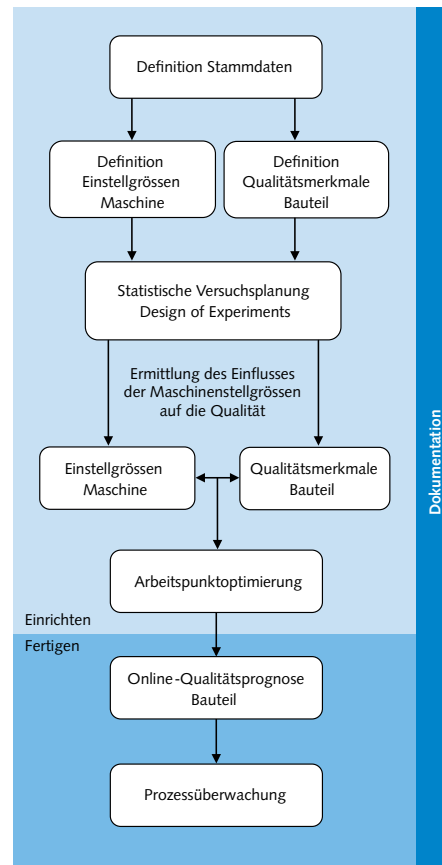
Konventioneller Ansatz mit Trial-and-Error

Beim Rüsten und Einrichten passt der Bediener den Arbeitspunkt der Spritzgiessmaschine üblicherweise durch sukzessives Verändern verschiedener Parameter so lange an, bis alle Qualitätsvorgaben an das Formteil erfüllt sind. In der Einstellphase orientiert er sich mithilfe von "Trial-and-Error" meist an seiner Erfahrung mit ähnlichen Bauteilen, demselben Werkstoff und der konkreten Spritzgiessmaschine. Aufwändiger als beim Einrichten fallen Optimierungen in der laufenden Serienfertigung aus: Hier sind Maschinenparameter zu variieren, die Zykluszeiten zu notieren und nach jeder Variation die Formteile zu vermessen. Wegen Nachschwindung oder Wasseraufnahme erreichen die Teile oft erst nach mehreren Tagen ihren Gebrauchszustand, weshalb der Arbeitspunkt nicht selten mit dieser Verzögerung erneut nachjustiert werden muss.

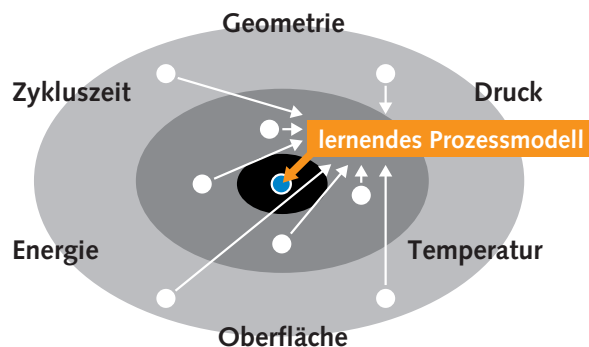
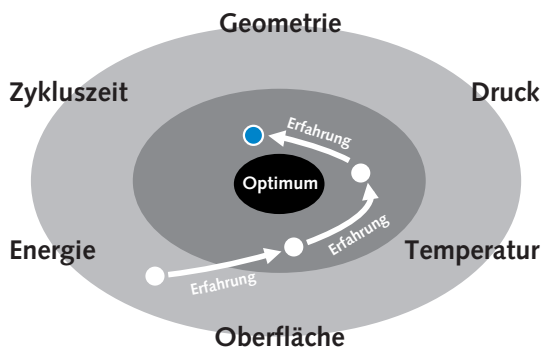
Systematischer Ansatz mit statistischem Versuchsplan

Die PC-Software Stasa QC ist die Alternative zu dieser konventionellen und aufwändigen Vorgehensweise. Zur Optimierung des Arbeitspunktes setzt sie vom Beginn des Einrichtens an auf eine Systematik, die nachweislich und objektiv den hinsichtlich Qualität und Zykluszeit optimalen Arbeitspunkt liefert. Neben dem optimalen Arbeitspunkt lässt sich für das Bauteil keine andere Maschineneinstellung finden, die eine gleich hohe Qualität bei noch kürzerer Zykluszeit ergibt. Dabei kann Stasa QC sowohl während der Einrichtung als auch im laufenden Prozess den optimalen Arbeitspunkt bestimmen.

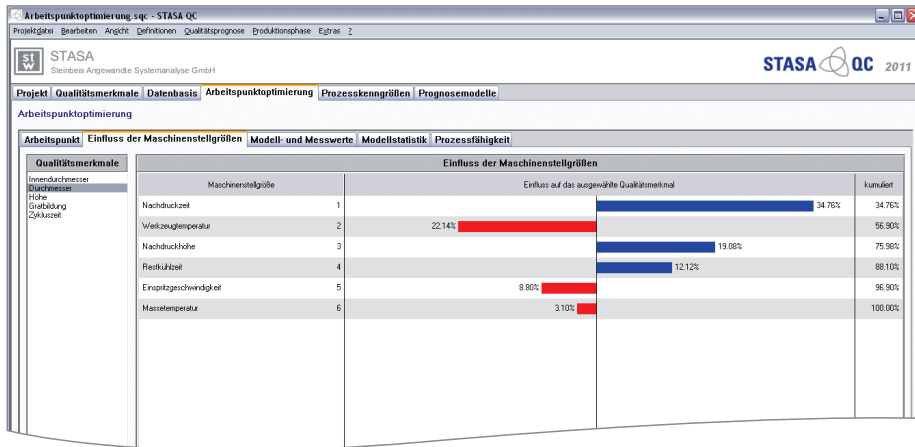
Grundlage für den Erfolg mit Stasa QC ist eine systematische Versuchsauswahl, ein sog. Design of Experiment (DoE). Auf Basis der vom Anwender frei definierbaren Einstellparameter der Spritzgiessmaschine wie Nachdruckhöhe, Einspritzgeschwindigkeit und anderen schlägt Stasa QC eine gewisse Anzahl durchzuführender Versuche vor. Der Bediener kann diese Auswahl verändern und ergänzen. Alle Bauteile sämtlicher Versuche werden bewertet, nicht nur die für "in Ordnung"



befundenen IO-Teile: Auch Teile mit unzureichender Qualität beinhalten wertvolle Prozessinformationen, die nötig sind, um die optimale Maschineneinstellung zu finden. Die nach dem Versuchsplan gefertigten Bauteile werden geometrisch vermessen. Die attributiven Merkmale wie Oberflächenglanz, Gratbildung oder Verzug werden nach Schulnoten oder Gut/Schlecht bewertet.



Sukzessives Verändern mehrerer Parameter führt im konventionellen Ansatz zu einem Arbeitspunkt, an dem das Formteil alle Qualitätsvorgaben erfüllt (links). Der Ansatz mit statistischem Versuchsplan (rechts) führt über gezielte Versuche mit wenigen Parametervariationen zum objektiv optimalen Arbeitspunkt.



Den Einfluss der Maschineneinstellgrößen auf die Qualitätsmerkmale ermittelt die Software automatisch. Die Länge der Balken gibt die Grösse des Einflusses an, die Richtung und die Farbe beschreiben die Wirkungsrichtung der Einstellgrösse.

Automatische Ermittlung des Arbeitspunktes

Die Messwerte und Merkmale werden in die Software eingelesen, die damit zu jeder Maschineneinstellung des Versuchsplans die Qualitätsmasse und deren Schwankungen sowie die attributiven Merkmale der Teile gespeichert hat. Mit diesen Daten und neuartigen Verfahren zur datenbasierten Modellbildung stellt Stasa QC einen Zusammenhang zwischen der Maschineneinstellung und der Bauteilqualität her. Diese bewährten und lernfähigen Verfahren zeichnen sich durch grosse Robustheit und Anpassungsfähigkeit an den nichtlinearen Spritzgiessprozess aus.

Aus dem Zusammenhang zwischen Maschineneinstellungen und Bauteilqualität ermittelt das Programm den optimalen Arbeitspunkt und die optimale Einstellung, mit der die Maschine die Sollwerte der Qualitätsmerkmale bestmöglich erreicht. Dabei berücksichtigt sie auch die statistischen Schwankungen der Bauteilmasse. Der optimale Arbeitspunkt ist damit auch der stabilste, das heisst der Arbeitspunkt mit der geringsten Ausschussquote.

Ebenfalls wird berechnet, inwieweit bei der gefundenen Prozesseinstellung eine Prozessfähigkeit erwartet werden kann. Gleichzeitig bestimmt Stasa QC, wie stark die einzelnen Qualitätsmerkmale von den Maschinenparametern abhängen.

Systematisches Arbeiten auch im laufenden Prozess

Bei der Simulation des Spritzgiessprozesses mit Stasa QC lassen sich die Stellgrößen durch Anklicken mit der Maus und Verschieben interaktiv verändern und die Auswirkungen dieser Änderungen auf jedes Qualitätsmerkmal direkt am Bildschirm verfolgen. Für die weiteren Versuche am PC wird die Spritzgiessmaschine selbst nicht mehr benötigt. Dies

ist vor allem bei der Optimierung bereits laufender Produktionsprozesse vorteilhaft. Die systematische Vorgehensweise über einen statistischen Versuchsplan und die Abbildung des Maschinenverhaltens vermeiden die Durchführung unnötiger Versuche. Die in Stasa QC integrierte Berichtsfunktion erstellt Protokolle, die den Einstellvorgang sowie die Ergebnisse der durchgeführten Optimierung lückenlos dokumentieren.

Stasa QC auf einen Blick

- **Reduzierte Kosten** durch kürzere Zykluszeit, geringere Ausschussquote und prognostizierte Prozessfähigkeit
- **Schnellerer Fertigungsanlauf** durch reduzierten Versuchsaufwand, durch systematisierte Einstellphase und statistische Analyse der Zusammenhänge zwischen Prozessgrößen und Qualität
- **Höhere Prozesssicherheit** durch stabile und kontinuierliche Fertigung der geforderten Qualität, weniger Nachstellvorgänge in der Serienfertigung, abrufbares Prozesswissen durch transparente Dokumentation
- **Mehr Kundenzufriedenheit** durch Optimierungsnachweise
- **Verbesserung des Prozesswissens** durch automatische Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Einstellgrößen und Qualität
- **Nachvollziehbare und protokollierte Ergebnisse** durch systematische Vorgehensweise

Pluspunkte mit Stasa QC

Als PC-basierte Software beantwortet Stasa QC viele wichtige Fragen im Spritzgiessbetrieb:

- Von welchen Parametern hängt die Qualität unserer Produkte ab?
- Gibt es überhaupt einen Arbeitspunkt, der alle Qualitätsvorgaben gleichzeitig einhält?
- Welcher Arbeitspunkt ist optimal? Warum gerade dieser Arbeitspunkt?
- Muss die Formteilqualität wirklich so häufig im Labor überprüft werden?
- Lassen sich bei gleicher Qualität Zykluszeit und Kosten reduzieren?

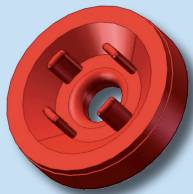
Wie die Elfo AG Zykluszeit und Kosten spart

Als hochklassiger Spritzgiessbetrieb liefert die Elfo AG, Sachseln/Schweiz, präzise Kunststoffteile wie Filter, Einlege- und Automatenteile an Hersteller von Haushaltsgeräten, von Automobil- und Elektrotechnik, von Weisser Ware und Hygieneartikeln. Bei der bereits laufenden Serienfertigung von Drosselscheiben aus POM wollte Elfo die Zykluszeit reduzieren und bei Optimierung systematisch vorgehen, um Zeit und Kosten zu sparen.

Als relevante Qualitätsmerkmale müssen der Innen- und Aussendurchmesser, die Höhe und die attributiv bestimmte Gratbildung innerhalb der Toleranzvorgaben liegen. Der Spritzgiessprozess wurde von einem erfahrenen Einrichter eingestellt, und die Zykluszeit lag bei 13 s. Mit Stasa QC wurde ein Versuchsplan erstellt, der die Stellgrößen Masstemperatur, Werkzeugtemperatur, Einspritzgeschwindigkeit, Nachdruckhöhe, Nachdruckzeit und

Restkühlzeit enthielt. Nach Durchführung der von Stasa QC im Versuchsplan (DoE) vorgeschlagenen 11 Versuche und anschließender Vermessung der Bauteile wurde mit Stasa QC die Arbeitspunkt-optimierung durchgeführt. Beim als optimal ermittelten Arbeitspunkt beträgt die Zykluszeit nur noch 10,7 s, das sind 2,3 s bzw. 18 % weniger als mit der bisherigen Einstellung – bei gleich bleibender Teilequalität.

Interaktive Simulation der Änderung der Maschineneinstellung: Die Modellwerte der Qualitätsmerkmale sind als rote Punkte dargestellt. Das Toleranzband ist grün hinterlegt. Die gelben Balken geben die Prozessunsicherheit als Mass für die Streuung der Qualitätsmerkmale an.

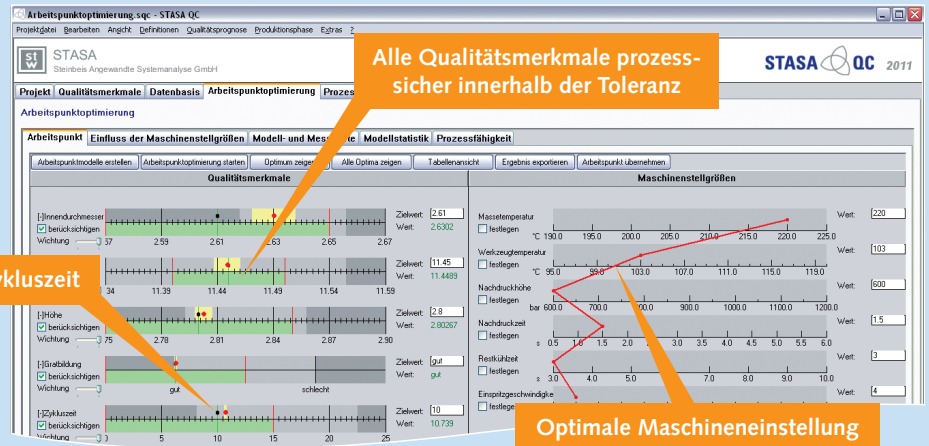


Drosselscheiben aus POM mit 18 % weniger Zykluszeit durch Stasa QC.

Deutlich reduzierte Zykluszeit

Alle Qualitätsmerkmaleprozesssicher innerhalb der Toleranz

Optimale Maschineneinstellung



Für weitere Informationen:

Australien
Tel. +61 3 9560 5055
sales.au@kistler.com

Grossbritannien
Tel. +44 1256 74 15 50
sales.uk@kistler.com

Österreich
Tel. +43 1 867 48 67 0
sales.at@kistler.com

Thailand
Tel. +66 2678 6779 80
sales.thai@kistler.com

Volksrepublik China
Tel. +852 25 915 930
sales.cn@kistler.com

Indien
Tel. +91 129 4113 555
sales.in@kistler.com

Schweden/Norwegen
Tel. +46 31 871 566
info.se@kistler.com

Tschechische Republik/Slowakei
Tel. +420 296 374 878
sales.cz@kistler.com

Dänemark
Tel. +45 70 20 85 66
info.dk@kistler.com

Italien
Tel. +39 02 481 27 51
sales.it@kistler.com

Schweiz/Liechtenstein
Tel. +41 52 224 12 32
sales.ch@kistler.com

USA/Kanada/Mexiko
Tel. +1 716 691 5100
sales.us@kistler.com

Deutschland
Tel. +49 711 34 07 0
info.de@kistler.com

Japan
Tel. +81 3 3769 9501
sales.jp@kistler.com

Singapur
Tel. +65 6316 7331
sales.sg@kistler.com

Andere Länder
Tel. +41 52 224 11 11
sales.export@kistler.com

Finnland
Tel. +358 9 612 15 66
info.fi@kistler.com

Republik Korea
Tel. +82 31 465 6013
sales.kr@kistler.com

Spanien
Tel. +34 93 860 33 24
info.es@kistler.com

Schweiz (Hauptsitz)
Tel. +41 52 224 11 11
info@kistler.com

Frankreich
Tel. +33 1 69 18 81 81
info.fr@kistler.com

Niederlande
Tel. +31 182 304 444
sales.nl@kistler.com

Taiwan
Tel. +886 2 7721 2121
sales.tw@kistler.com

www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.