

Ingenieurbüro für Extrusionstechnik M. Bönig

Martina Bönig
Dipl.-Ing.(FH) Kunststofftechnik VDI
Reußenberg 21, DE-96279 Weidhausen b. Coburg

www.ing4ex.com

T+49 9562 403 59 65
F+49 9562 403 59 66
M+49 151 56 322 324
@ info@ing4ex.com

Anforderungen und Möglichkeiten zur nachhaltigen Prozessoptimierung

Analyse, Ausführung & Wirtschaftlichkeit

Autor: Martina Bönig

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Zu diesem Vortrag	2
3	Prozessprobleme, die zu lösen sind	3
4	Möglichkeiten der Prozessanalyse und –optimierung	4
5	Voraussetzungen für die nachhaltige Prozessanalyse	5
5.1	Produktdaten	5
5.2	Beobachtungen der Anlagenbediener	6
5.3	Polymerdaten.....	6
5.3.1	Rheologische Eigenschaften.....	6
5.3.2	Thermische Eigenschaften.....	7
5.3.3	Rohstoff-Eigenschaften	7
5.4	Feste Anlagenparameter.....	7
5.4.1	Geometrien der polymerführenden Komponenten.....	8
5.4.2	Antriebs- und Heiz-/Kühlleistungsdaten, Sensorik.....	8
5.5	Prozessdaten	8
5.5.1	Werte aus der Anlagenvisualisierung.....	8
5.5.2	Werte aus den Steuerungen.....	11
6	Möglichkeiten der Datenübertragung	14
6.1	Nutzung einer vorhandenen Schnittstelle der Steuerung	15
6.2	OPC UA Schnittstelle	15

2 Zu diesem Vortrag

Mein Vortrag beschreibt im Wesentlichen, welche Anforderungen für eine nachhaltige Prozessoptimierung erforderlich sind und welche Möglichkeiten zurzeit allgemein zur Verfügung stehen. Dies gilt nicht nur für Rohrextrusionsanlagen, sondern ist letztlich auf alle Extrusionsverfahren anwendbar, denn die Prozessschritte und Anforderungen an eine wirtschaftliche Produktion sind im Wesentlichen überall gleich. Und auch die Physik der Polymere, ihr mechanisches, rheologisches und thermisches Verhalten gilt für alle Kunststoff-Verarbeitungsprozesse gleichermaßen.

Was bedeutet nachhaltige Prozessoptimierung? Dies heißt nichts anderes, als dass Sie die tatsächliche Ursache Ihres Prozessproblems finden und lösen müssen und nicht nur die offensichtlich auftretenden Symptome verbessern. Zugegeben: Die Symptombekämpfung ist einfacher, oft schneller, meist teurer – aber sie führt eben nicht zum langfristigen Erfolg, sondern zur nächsten notwendigen Symptombekämpfung.

Frei nach Albert Einstein:

„Das Problem zu erkennen, ist wichtiger als die Lösung zu finden. Denn die genaue Darstellung führt fast automatisch zur richtigen Lösung.“

3 Prozessprobleme, die zu lösen sind

Die häufigsten Schwierigkeiten in der Produktion sind mit Abstand Prozessinstabilitäten, die sich in abweichender Qualität des Endprodukts zeigen und für eine hohe Ausschussrate und häufige Produktionsunterbrechungen verantwortlich sind.

In vielen Fällen lässt sich eine gleichbleibende Produktqualität im ersten Ansatz mit einer Reduzierung der Anlagengeschwindigkeit erreichen, damit ist der Prozess aber nicht mehr wirtschaftlich.

Auch die von vielen Managern geforderte Flexibilisierung der Produktion mit kurzen Produktlaufzeiten und wechselnden Betriebsmitteln stellt die Prozessingenieure vor neue Aufgaben. Welches sind die Kontrollparameter bei Übertragung eines Prozesses auf eine andere Anlage mit abweichenden Anlagenkomponenten? Oder bei der Umstellung auf einen anderen Rohstoff oder ein anderes Additiv? In diesen Fällen können die Absolutwerte aus der Originalanlage lediglich Hinweise geben, direkt miteinander lassen sich jedoch nur spezifische Größen vergleichen. Spezifische Größen lassen sich berechnen: Aus den Prozessdaten in Kombination mit Geometrie- und Leistungsdaten.

Besonders herausfordernd für den Prozessingenieur sind Prozesse, die stunden- und manchmal tagelang sehr gut laufen. Und dann plötzlich treten kurzzeitig Störungen auf, die einerseits zur Unterbrechung des Prozesses führen können oder nach denen sich der Prozess andererseits wieder stabilisiert. Die letzteren Störungen sind besonders tückisch, denn sie werden oftmals an der Anlage nicht bemerkt. Die aus der Störung resultierende Veränderung des

Endprodukts fällt schlimmstenfalls erst beim Einsatz durch Versagen des Produktes auf. In einem solchen Fall ist die Problemanalyse im Nachhinein quasi unmöglich. Es ist zwar an den meisten modernen Anlagen dokumentiert, wann das Produkt auf welcher Linie extrudiert wurde. Aber was ist in diesem Zeitraum an der Anlage denn eigentlich passiert?

Was also ist notwendig, um die Ursache(n) für solche Störungen auch später noch durch eine umfassende Prozessanalyse identifizieren zu können?

4 Möglichkeiten der Prozessanalyse und –optimierung

Für die Analyse bietet sich neben den herkömmlichen statistischen Auswertungen und analytischen Berechnungen vor allem auch die Prozess-Simulation an. Hier sind vor allem die numerische Strömungssimulation von Extrusionswerkzeugen und Extruderschnecken, aber auch die Simulation der Kühlung zu nennen. Über die Möglichkeiten der Simulationsverfahren haben wir heute sehr interessante Einblicke bekommen. Die CFD-Simulation ermöglicht einen Einblick in den Prozess, unabhängig von der Produktion und ohne Verbrauch von Ressourcen. Mit Erfahrung in der Beurteilung der Ergebnisse können wir mögliche Ursachen für das Problem zu finden.

Inwieweit die Simulation die tatsächlichen Verhältnisse darstellen kann, ist jedoch immer auch von den gesetzten Randbedingungen abhängig. Entsprechen die eingesetzten Polymerdaten nicht denen des verarbeiteten Materials, kann die Simulation den realen Prozess nicht darstellen. Für die Simulation gibt es ein einfaches Gesetz, das für jede Simulationssoftware zutrifft: Shit in – Shit out. Darüber hinaus sollten Sie natürlich beachten, dass Solver für turbulente Luftströmungen völlig ungeeignet sind, um laminare Polymerströmungen zu untersuchen. Sie werden immer bunte Bilder erhalten. Inwieweit diese Ergebnisse der Realität entsprechen, hängt im Wesentlichen von dem verwendeten Solver und der Übereinstimmung der eingegebenen Randbedingungen mit den tatsächlichen Verhältnissen ab.

5 Voraussetzungen für die nachhaltige Prozessanalyse

Wir brauchen also Daten – viele Daten. Und was ganz wichtig ist: Alle diesen Daten benötigen einen synchronisierten Zeitstempel. Nur mit dem Bezug auf den gleichen Zeitpunkt lässt sich unter Berücksichtigung der mittleren Verweilzeiten in den einzelnen Komponenten feststellen. Schließen Sie keinen Prozessschritt von vornherein von der Analyse aus. Ist z. B. eine neue Polymercharge die Ursache für das Problem? Gab es vielleicht eine Störung am Trockner? Wurde eine Änderung des Settings an der Anlage durchgeführt und nicht dokumentiert? Ab wann hat sich der Werkzeugdruck oder die Schneckendrehzahl schleichend verändert. Oder auch die Temperatur oder Durchflussmenge des Kühlwassers.

Es gibt so viele Parameter.

Oder ist es am Ende doch die Geometrie der Extruderschnecke oder des Werkzeugs? Dies würde hohe Kosten für Änderungen bzw. Neuanschaffungen und einen unvermeidlichen längeren Anlagenstillstand bedeuten.

Sie müssen sich immer darüber im Klaren sein, dass Ihre Schlussfolgerungen aus der Analyse sehr hohe Kosten zur nachhaltigen Lösung des Problems verursachen können. Gehen Sie also ergebnisoffen in die Analyse. Am Ende wird das Management die berechtigte Frage stellen, ob das Ergebnis und die daraus folgenden Konsequenzen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit sicher ist.

5.1 Produktdaten

Dass die kalkulierten Produktdaten, also die Spezifikation des Extrudats inklusive der Querschnittszeichnung und die kalkulierte bzw. angestrebte Liniengeschwindigkeit vorhanden sein müssen, braucht eigentlich nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

5.2 Beobachtungen der Anlagenbediener

Es ist unerlässlich, die Beobachtungen der Anlagenführer in die Analyse mit einzubeziehen. Sie können einen ersten Hinweis auf die Ursache des Problems geben. Diese Hinweise dürfen Sie jedoch nicht ohne weitere Analyse der Daten und ohne Ihre eigenen Beobachtungen als Fakt übernehmen und evtl. daraus einen falschen Schluss auf die problemverursachende Komponente ziehen. Wenn die Bediener mit ihrer Symptombekämpfung nicht mehr weiterkommen, verweisen sie oftmals generell auf Probleme mit der Extruderschnecke oder dem Werkzeug. Alle schmelzeführenden Bereiche der Anlage sind dem Beobachter verborgen und geben daher unendlichen Raum für Spekulationen und die verschiedensten Theorien.

5.3 Polymerdaten

Beschaffen Sie sich die Polymerdaten vom Hersteller, bestenfalls bereits beim Einkauf des Materials. Das übliche Datenblatt mit den Eigenschaften des Kunststoffes genügt jedoch bei Weitem nicht – und es bestätigt sich leider immer wieder: Die für eine Prozessanalyse erforderlichen Polymerdaten sind schwierig zu beschaffen. Kann oder will Ihr Polymerlieferant die Daten nicht bereitstellen, müssen Sie ein Labor für die Messung der verschiedenen Eigenschaften beauftragen.

Aber welche Daten benötigen Sie über die üblichen Angaben hinaus?

5.3.1 Rheologische Eigenschaften

Im optimalen Fall erhalten Sie Daten aus einem 2-Kanal-Hochdruckkapillarrheometer

- Scherviskositäts-Schergeschwindigkeitsfunktion bei mindestens 3 Temperaturen (CARREAU-WLF)
- Dehnviskositäts-Dehngeschwindigkeitsfunktion bei mindestens 3 Temperaturen (COGSWELL)

5.3.2 Thermische Eigenschaften

Die thermischen Eigenschaften bei Raumtemperatur sind meist in den allgemeinen Datenblättern enthalten, die Daten bei Verarbeitungstemperatur müssen in der Regel angefordert werden.

Zu den notwendigen Daten zählen:

- Dichte, kg/m^3 bei Verarbeitungstemperatur für die Untersuchung aller Strömungsvorgänge
- Spezifische Wärmekapazität $\text{J}/(\text{kg K})$ für Kühlung und Energiebilanzen
- Spezifische Enthalpie J/kg
- Wärmeleitfähigkeit $\text{W}/(\text{m K})$ ist wichtig für alle Untersuchungen der Extrudatkühlung

5.3.3 Rohstoff-Eigenschaften

Zu den notwendigen Daten zählen:

- Schüttdichte, kg/m^3 für die Untersuchung der Materiallagerung und -förderung bis zur Extruderschnecke
- Rieselfähigkeit, s ist insbesondere für die Verarbeitung von Pulver (z.B. PVC Dry-Blends) wichtig und in diesem Fall ein Qualitätskriterium, das regelmäßig im Betrieb geprüft werden muss
- Korngröße und Korngrößenverteilung

5.4 Feste Anlagenparameter

Es ist völlig egal, welche Analyse Sie machen müssen – die detaillierte Kenntnis der Anlagenkomponenten ist erforderlich. Die in der Anlagendokumentation enthaltenen Layoutzeichnungen genügen hierfür jedoch nicht, sie geben nur einen Überblick.

5.4.1 Geometrien der polymerführenden Komponenten

Neben den Layout-Zeichnungen Ihrer Anlage bzw. der Komponenten sind die polymerseitigen Dimensionen aller polymerführenden Bauteile erforderlich. Da eine exakte Vermessung z.B. von Extruderschnecken und Extrusionswerkzeugen nach der Inbetriebnahme der Anlage schwierig ist und vor allem eine längere Stillsetzung der Anlage erfordert, sollten Sie diese Dokumente bereits mit Erwerb der Anlage/Komponente vom Hersteller einfordern.

5.4.2 Antriebs- und Heiz-/Kühlleistungsdaten, Sensorik

Grundsätzlich kann eine Extrusionsanlage nicht zu viele Sensoren haben, sie müssen jedoch auch zuverlässig funktionieren bzw. ordnungsgemäß kalibriert sein.

Die Angaben zu den installierten Leistungen (Antriebe, Heizung, Kühlung) sollten genauso verfügbar sein wie Getriebeübersetzungen und die Typen der vorhandenen Sensoren für Temperatur, Druck, Durchsatz usw. Es ist auch generell empfehlenswert, alle Drehzahlen mechanisch zu überprüfen. Wenn in der Anlagensoftware eine falsche Getriebeübersetzung hinterlegt ist – das habe ich alles schon erlebt – werden die Ergebnisse der Simulation immer von der Realität abweichen. Auch die Drucksensoren müssen regelmäßig kalibriert werden, um sicherzustellen, dass sie auch die tatsächlichen Werte anzeigen.

5.5 Prozessdaten

Wir wissen, dass wir für eine nachhaltige Problemlösung mit den Prozessdaten weiterführende Berechnungen durchführen müssen. Wie kommen wir möglichst effektiv an diese Daten? Von der Visualisierung abschreiben? Wohl eher nicht!

5.5.1 Werte aus der Anlagenvisualisierung

Moderne Visualisierungen zeigen zwar die wichtigsten Parameter der Gesamtanlage, aber die Daten sind meist nur als eingeschränkter CSV-Export verfügbar. Sie können sich den Aufwand vorstellen, wenn Sie von beispielsweise 1000 Parametern jeweils nur 8 mit einem Export in CSV übertragen können. Die Visualisierung ist während Ihrer Exportarbeiten für die Anlagen-

bedienung nicht verfügbar. Dies führt dazu, dass in der Regel nur die „verdächtigen“ Parameter exportiert werden und die eigentliche Ursache bei diesem Export gar nicht erfasst wird.

Da dieser Export immer eine Rückschau ist können Sie nur auf Aufzeichnungen und Beobachtungen zurückgreifen, die auch mit dem synchronisierten Zeitpunkt dokumentiert wurden. Bei der weiteren Zusammenfassung und Auswertung der Daten stellen Sie dann möglicherweise fest, dass Sie noch andere Parameter benötigen. Zu diesem Zeitpunkt stehen die gewünschten Daten jedoch möglicherweise nicht mehr zur Verfügung. Die Daten werden meist nach einer gewissen Zeit wieder überschrieben, da der Speicherplatz begrenzt ist. Ihre Analyse wird somit für immer unvollständig sein.

Ein weiterer Nachteil dieser Methode besteht darin, dass die Daten mit sehr hoher zeitlicher Auflösung exportiert werden, die Datenmenge ist also extrem groß, obwohl sich nur der Druck im Extruder oder beispielsweise das Signal eines Näherungssensors in sehr kurzer Zeit ändern kann. Alle anderen Parameter unterliegen längerfristigen Schwankungen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass ein Intervall von 5 Sekunden für eine umfassende Analyse völlig ausreichend ist.

Zudem sind die Werte aus der Visualisierung skaliert, bei Temperaturen wird meist auf ganze Zahlen gerundet, also 279°C anstatt 278,5°C. Allein diese gröbere Auflösung kann zu Fehlinterpretationen führen. So kann die Schmelzequalität bei einem scheinbar konstanten angezeigten Wert von 279°C inhomogener sein, als wenn der angezeigte Wert ständig zwischen 278 und 279°C schwankt. Wie gleichmäßig die Schmelztemperatur tatsächlich ist, lässt sich nur mit einer höheren Auflösung des Wertes feststellen. Denn eine Schwankung zwischen 267,4 und 267,5 °C bildet eine viel bessere Temperaturgleichmäßigkeit (und damit Homogenität) ab, als eine Schwankung zwischen 267,5 und 268,4 °C, die aber eine konstante und damit sehr homogene Schmelztemperatur erscheinen lässt.

Abb. 1 Schmelzetemperatur mit 1 Dezimalstelle aus der Steuerung

Melt temperature with 1 Digit

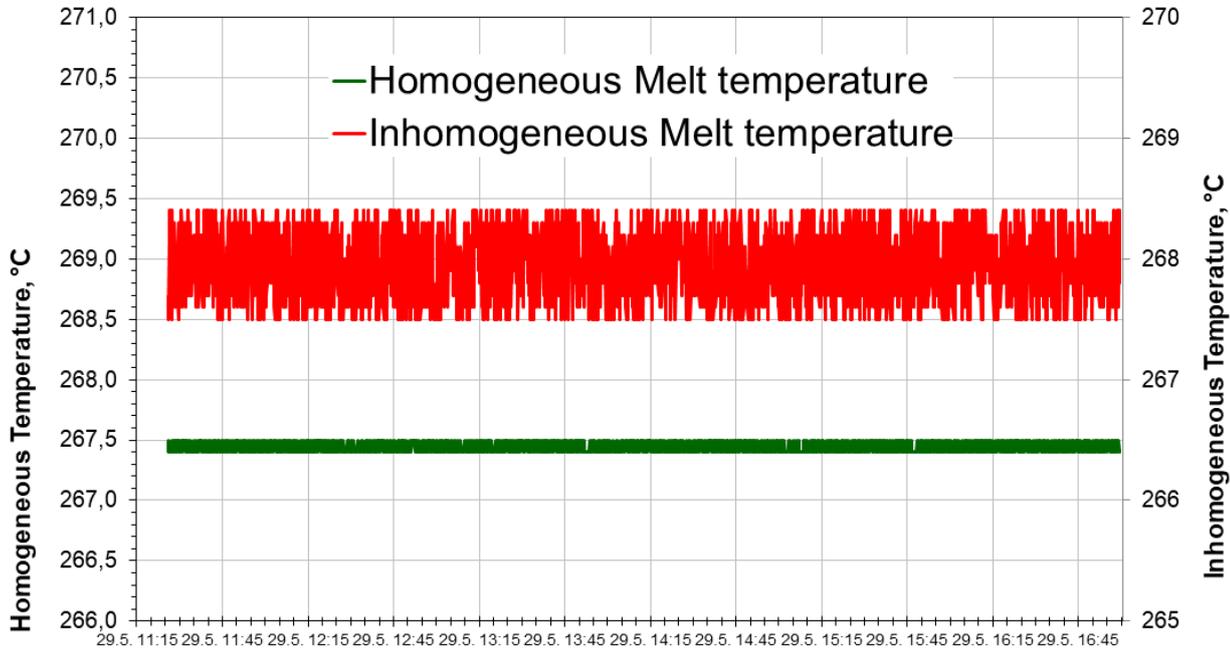
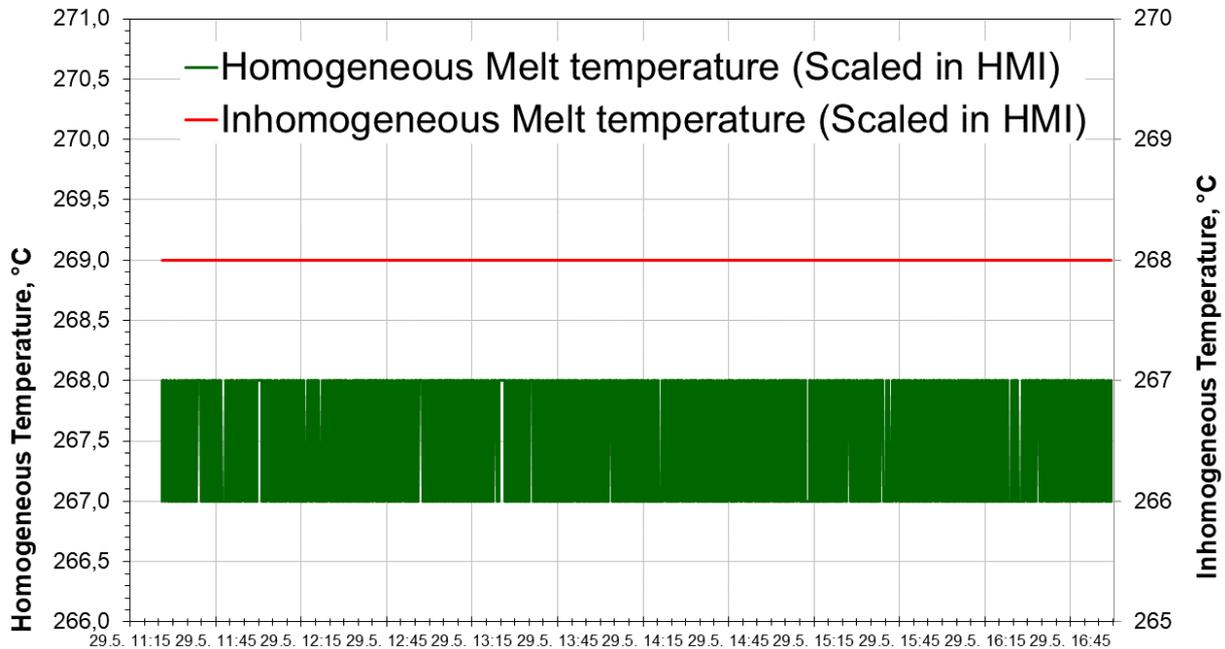


Abb. 2 Skalierte Schmelzetemperatur aus der Visualisierung (ganzzahlig gerundet)

Scaled Melt Temperature



Da die Schmelztemperatur während der Produktion nur mit der in der Anlage vorhandenen Sensorik messbar ist, kommt diesem Parameter eine große Bedeutung zu. Dabei ist zu beachten, dass der gemessene Wert stark von der Art des Fühlers und der Einbausituation abhängig ist. Absolut kann der Wert daher nicht die tatsächliche Temperatur wiedergeben – die Konstanz betrifft dies jedoch nicht!

Die Daten aus der Visualisierung sind also für eine umfassende Analyse des Prozesses nur unzureichend geeignet. Die Analyse bei gleichzeitiger Beobachtung des Prozesses ist nicht möglich.

Daher sollte die Visualisierung für das verwendet werden, wofür sie entwickelt wurde:

Für die Bedienung und Kontrolle der Anlage.

5.5.2 Werte aus den Steuerungen

Die beste Quelle für alle Daten in größtmöglicher Auflösung und Vollständigkeit ist immer die Steuerung einer Anlage, bei dezentraler Steuerung die Steuerungen aller Komponenten. Prinzipiell sind hier alle Prozessdaten als Variablen vorhanden. Doch wie können diese Daten nutzbar gemacht werden?

Meist werden die Analysen von den Prozessingenieuren in MS Excel® durchgeführt. Hier werden Tabellen geführt, die entweder mit den Daten aus Handaufzeichnungen oder CSV-Importen (oder einer Kombination aus beiden) gefüllt werden.

Nun kann der Prozessingenieur mit seiner eigentlichen Aufgabe beginnen und mit den Daten bestimmte Berechnungen durchführen. Für statistische Verfahren zur Korrelation bestimmter Parameter liegen – wie zuvor beschrieben – meist nicht ausreichend Daten zur Verfügung.

Das einfachste ist also, die Steuerungsdaten direkt online in MS Excel® einzulesen, laufend zu aktualisieren und mit diesen Daten zu rechnen. Die Aktualisierung der Variablen wird über die Schnittstelle zwischen der Extrusionslinie und MS Excel® gesteuert, ein Intervall von 1000 ms genügt für unsere Zwecke völlig und überlastet die Steuerung nicht.

Mit VBA ist es möglich, direkt in MS Excel® auch Daten aufzuzeichnen. Das geht allerdings nicht in Echtzeit, das kürzeste Intervall ist 1 Sekunde. Dieses kurze Intervall stellt aber für den

Computer ein Problem dar, wenn zeitgleich auch viele Berechnungen mit den übertragenen Daten laufen. Ein Intervall von 5 Sekunden ist jedoch unproblematisch und auch völlig ausreichend. Das bedeutet, dass Sie alle 5 Sekunden einen neuen Datensatz aller Parameter Ihrer Steuerungen und der Berechnungsergebnisse erhalten. Denn natürlich werden auch alle anderen festen Parameter der Anlage (Geometrien, Antriebe etc.) und die Polymerdaten in der Datei gespeichert. Damit ist es endlich möglich, statistische Methoden anzuwenden und mögliche Korrelationen zu finden. Die Anwendung wird online und offline in gleicher Weise bedient. Alle Daten, die Sie für eine nachhaltige Prozessanalyse benötigen, sind in 1 Datei zusammengefasst.

Abb. 3 Visualisierung in MS Excel® als zentrale Bedienoberfläche

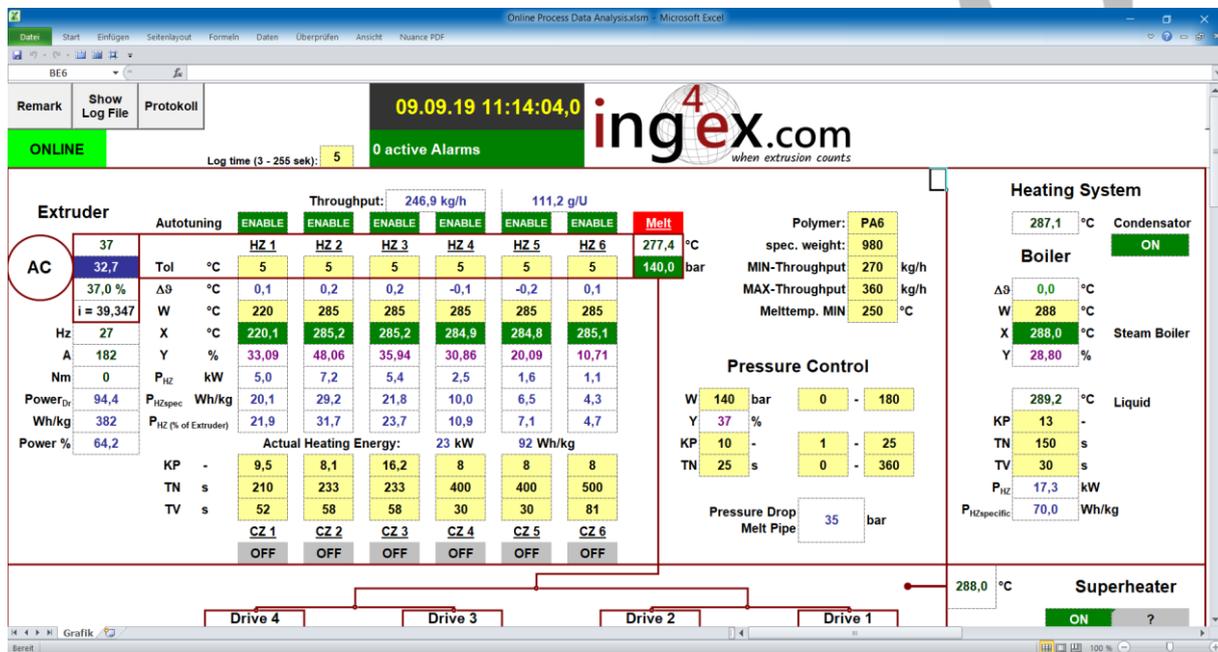


Diagramme ermöglichen, den zeitlichen Verlauf online zu verfolgen und zur gleichen Zeit den Prozess live beobachten zu können. Nehmen Sie Änderungen am Setting vor, lassen sich gleichzeitig die Parameter und das Verhalten des Prozesses beobachten.

Es ist auch möglich, Bemerkungen einzugeben, die dem zu diesem Zeitpunkt gespeicherten Datensatz zugeordnet werden. Darüber hinaus ist es möglich, ein Protokoll zu jedem beliebigen Zeitpunkt erstellen zu lassen. Wir können aber auch einen längeren Zeitraum in einem Report zusammenfassen und für alle Parameter statistische Auswertungen protokollieren. Hieraus lässt sich dann sehr schnell ein Rezept für diesen Prozess erstellen.

Abb. 4 Zusammenfassung aller Daten

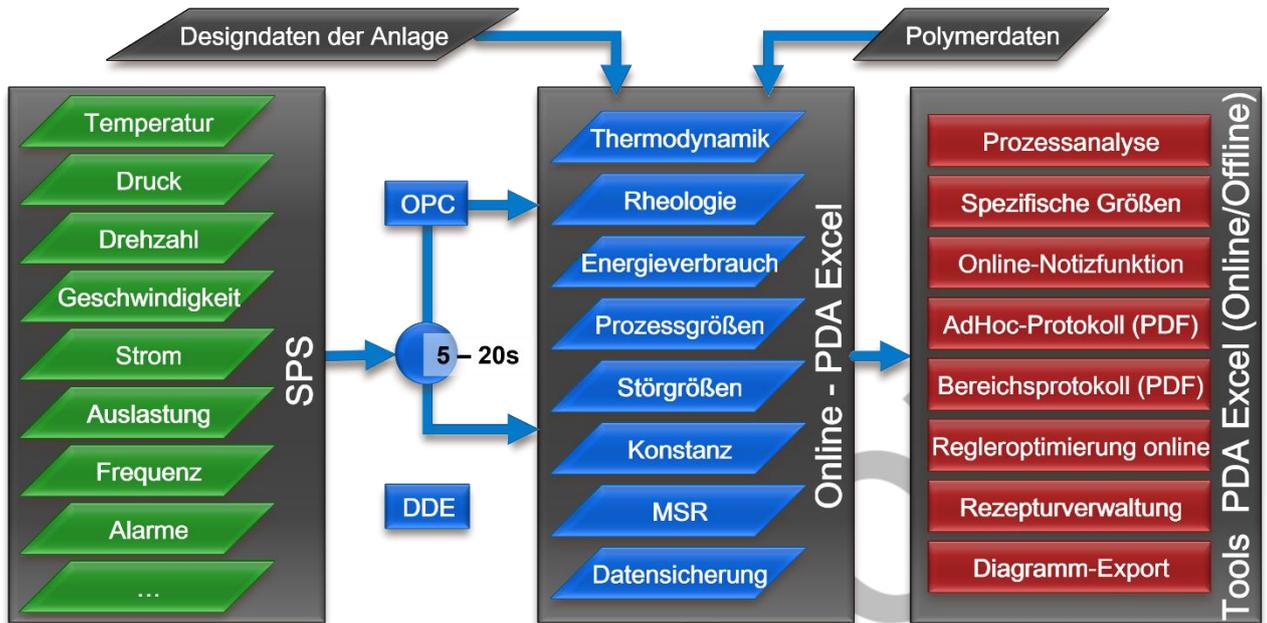


Abb. 5 Ad-Hoc-Protokoll eines Datensatzes

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ				
																											1682		Zeile im Aufzeichnungsblatt links eingeben, aus denen die Werte für das Protokoll bezogen werden - gelbe Zelle ändern																										
30.08.08 15:36:53,1															Report Hot Part																																								
Customer: Customer															Trial: Start																																								
Log File: LogData1.xlsm - Row 1682															Machine: 723																																								
Remarks: 0																																																							
Process-Data																																																							
Polymer: Supplier and Type: SABIC 512 P															Viscosity: MFI 25																																								
Additive 1: Supplier and Type:															Percentage:																																								
Line Throughput: 132,3 kg/h															Melt viscosity (at melt temperature): -																																								
Spinning - SPS Values																																																							
Mainextruder Screw:															Mixer:																																								
Heating		AV, °C	SP, °C	ΔT, °C	Y _{heat} , %	P _{heat} , kW	% of Heating	Y _{cool} , %	P _{cool} , W	% of Cooling	Kp	Tn	Tv																																										
HZ 1	228,2	230	- 1,8	21,1	8,4 kW	921,6	-	-	-	-	10,0	400	100																																										
HZ 2	254,7	255	- 0,3	13,2	5,3 kW	578,8	-	-	-	-	6,6	610	153																																										
HZ 3	263	260	+ 3,0	0,0	0,0 kW	0,0	-	-	-	-	9,3	461	115																																										
HZ 4	259,7	260	- 0,3	27,4	9,9 kW	1079,7	-	-	-	-	9,1	435	109																																										
HZ 5	260,4	260	+ 0,4	4,9	1,5 kW	161,9	-	-	-	-	8,0	400	100																																										
HZ 6	259,3	260	- 0,7	20,0	2,0 kW	218,9	-	-	-	-	15,0	625	156																																										
HZ 7	260,9	260	+ 0,9	0,0	0,0 kW	0,0	-	-	-	-	20,0	552	138																																										
HZ 8	260,2	260	+ 0,2	0,9	0,0 kW	5,0	-	-	-	-	20,0	552	138																																										
HZ 9	260,2	260	+ 0,2	22,8	0,9 kW	100,0	-	-	-	-	21,0	625	156																																										
Summary						28,0 kW	21,2	-	-	-	21,0	625	156																																										
Melt Temperature Extruder:					241,7 °C	Melt Temperature behind Filter:					248,6 °C																																												

Abb. 6 Bereichsprotokoll: 2880 Datensätze über 4 Stunden Testlauf – automatisch statistisch aufbereitet (Auszug)

Extruder												
Drive Values		Actual Value			Y Drive, %		Specific Power					
		Average	deviation of average	Range	Average	Flange						
Screw Speed, min ⁻¹		59,5	+ 7,6 % - 15,9 %	64 50	+ 46,84	+ 3,2 - 7,8						
Frequency, s ⁻¹		34,8	+ 7,4 % - 19,6 %	37,4 28,0								
Current, A		113,6	+ 11,8 % - 8,5 %	127,0 104,0								
Torque, Nm		31,2	+ 28,3 % - 29,4 %	40 22								
Load, %		71,0	+ 11,8 % - 8,5 %	79,4 65,0								
P _{Drive} , kW		68,7	+ 11,8 % - 8,5 %	76,7 62,8						350,3		
Heating	Setpoint, °C	Actual Value, °C		Δ (T), °C		Y Heat, %		P _{heat} , kW			% of Heating Power Main	
	Average	Flange	Average	deviation of average	Average	Range	Average	Flange	Average	Range	Specific	
HZ 1	280,0		280,0	+ 0,2 % - 0,5 %	- 0,0	+ 0,5 - 1,4	22,3	32 20	2,23	3,2 2,0	11,4	42,6 %
HZ 2	285,0		285,0	+ 0,1 % - 0,1 %	+ 0,0	+ 0,2 - 0,2	13,9	19 9	1,39	1,9 0,9	7,1	26,5 %
HZ 3	285,0		285,3	+ 0,2 % - 0,2 %	+ 0,3	+ 0,8 - 0,2	0,4	8	0,03	0,5	0,1	0,5 %
HZ 4	285,0		285,0	+ 0,1 % - 0,1 %	- 0,0	+ 0,4 - 0,3	14,4	17 12	0,87	1,0 0,7	4,4	16,5 %
HZ 5	284,0		284,7	+ 0,1 % - 0,1 %	+ 0,7	+ 0,9 + 0,4						
HZ 6 Pipe	280,0		275,0	+ 0,1 % - 0,0 %	- 5,0	- 4,8 - 5,1	4,3	5 3	0,11	0,1 0,1	0,5	2,0 %
HZ 7 Pipe	280,0		275,0	+ 0,0 % - 0,0 %	- 5,0	- 4,9 - 5,1	24,9	27 24	0,62	0,7 0,6	3,2	11,9 %
Screen Changer												
Heating	Setpoint, °C	Actual Value, °C		Δ (T), °C		Y Heat, %		P _{heat} , kW			% of Heating Power Filter	
	Average	Flange	Average	deviation of average	Average	Range	Average	Flange	Average	Range	Specific	
HZ 1 Flange	280,0		266,9	+ 0,0 % - 0,1 %	- 13,1	- 13,0 - 13,2	100,0	100	0,66	0,7	0,7	65,1 %
HZ 2 Top	280,0		280,0	+ 0,0 % - 0,0 %		+ 0,1 - 0,1	15,1	16 14				
HZ 3 Middle	280,0		280,0	+ 0,0 % - 0,0 %		+ 0,1 - 0,1	22,7	24 22				
HZ 4 Bottom	280,0		280,0	+ 0,1 % - 0,0 %		+ 0,2 - 0,1	40,2	42 39				
HZ 5 Flange	280,0		280,0	+ 0,0 % - 0,0 %		+ 0,1 - 0,1	11,7	13 11	0,09	0,1 0,1	0,1	9,2 %

MS Excel® bietet dem Prozessingenieur eine Vielzahl analytischer Methoden an und hat darüber hinaus den großen Vorteil, dass es meist ohnehin vorhanden und die Bedienung bekannt ist.

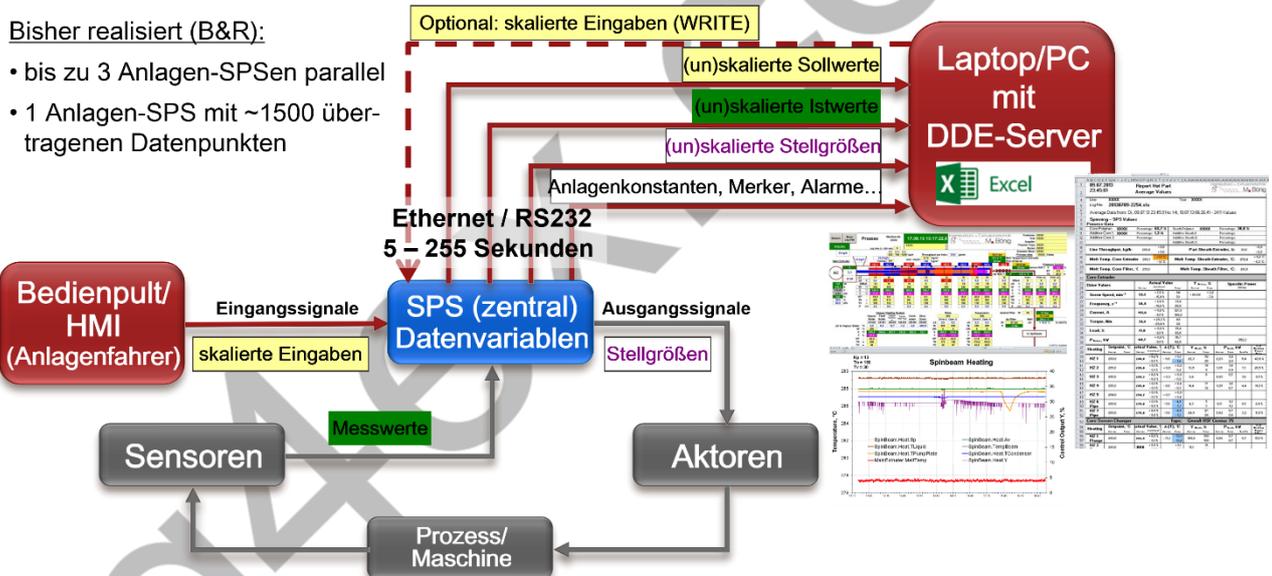
6 Möglichkeiten der Datenübertragung

Wir haben also gesehen, dass die Übertragung und Auswertung der Steuerungsdaten in MS Excel® den größten Nutzen bieten. Als Schnittstelle dazwischen stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

6.1 Nutzung einer vorhandenen Schnittstelle der Steuerung

Zahlreiche Hersteller von Steuerungen bieten bereits integrierte Schnittstellen zu MS Excel® an, die nicht in allen Fällen kostenpflichtig sind. Die Verbindung erfolgt bei älteren Anlagen über eine serielle Schnittstelle, bei modernen Anlagen über Ethernet. In den seltensten Fällen sind jedoch alle Komponenten einer Extrusionsanlage von der Materiallogistik bis zur Abwicklung oder der Ablage eines Extrudats mit Steuerungen desselben Herstellers ausgestattet oder in eine zentrale Anlagensteuerung integriert.

Abb. 7 Übersicht PDA – Visualisierung - Steuerung



6.2 OPC UA Schnittstelle

Für solche Fälle bietet sich der Datentransfer über einen OPC-Server an, der die Daten aller Steuerungen gebündelt an MS Excel® überträgt.

OPC steht für „Open Platform Communications“ und UA für „Unified Architecture“ und ist eine international standardisierte Kommunikationsschnittstelle, die unabhängig von Herstellern und Plattformen definiert ist. OPC UA ist eines der führenden Kommunikationsprotokolle für die Industrie 4.0.

Ein OPC-Server übernimmt die Kommunikation zwischen den OPC-Clients. Dies sind die Steuerungen der Linie und unsere MS Excel®-Datei.

ing4ex.com