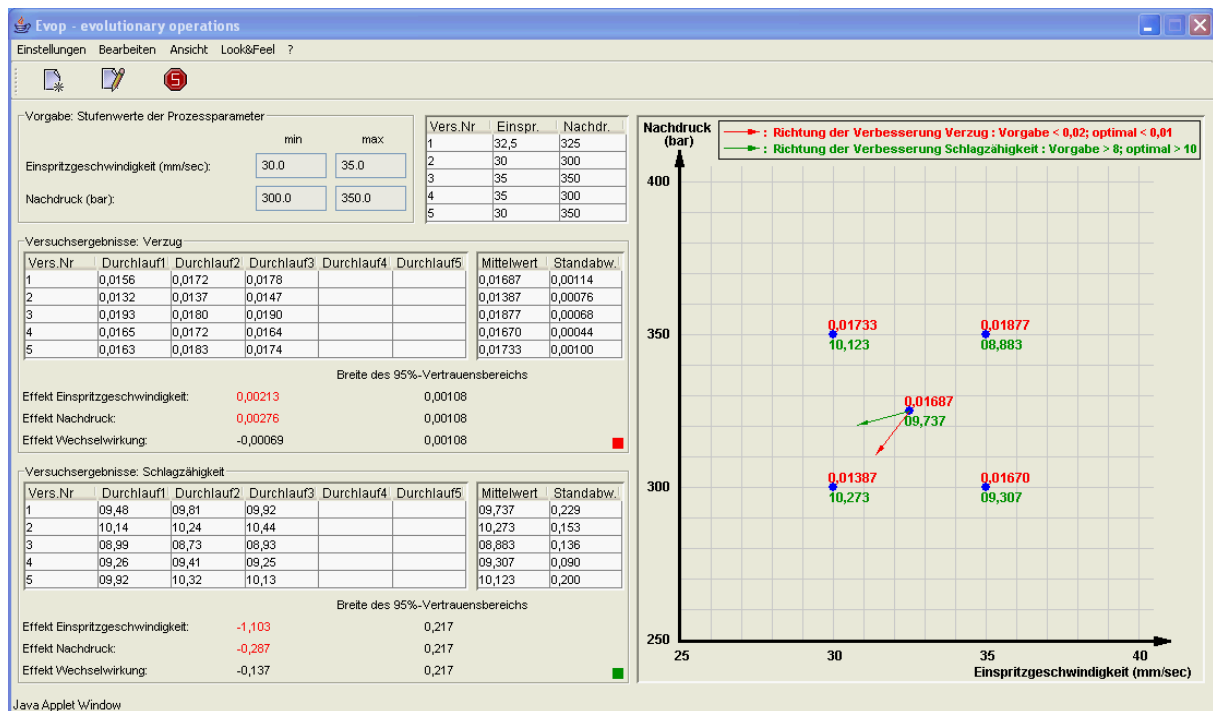


Anleitung zum Applet

„EVOP – evolutionary operations“



bearbeitet von:

Daniel Ziegler
WS 2003/2004

E/TI

betreut von:

Prof. Dr. Wilhelm Kleppmann



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	3
2	Graphische Benutzeroberfläche.....	4
2.1	Menü Einstellungen.....	5
2.2	Menü Bearbeiten	5
2.3	Menü Ansicht	6
2.4	Menü Look&Feel	6
2.5	Menü ?	6
2.6	Symbolleiste (Toolbar)	7
2.7	Vorgabe: Stufenwerte der Prozessparameter	7
2.8	Durchführung der Einzelversuche	9
2.9	Versuchsergebnisse: Verzug	9
2.10	Versuchsergebnisse: Schlagzähigkeit.....	10
2.11	Grafische Ausgabe 2D	11
2.12	Grafische Ausgabe 3D	12
3	Bedienung des Applets	13
3.1	Problembeschreibung	13
3.2	Vorgehensweise bei der Optimierung	13





1 Vorwort

Ausgangspunkt der Studienarbeit war eine vorhandene Excel-Simulation, die in Java oder C++ umgesetzt werden sollte, mit dem Ziel, eine für den Anwender intuitive Benutzeroberfläche zu schaffen, die u. a. eine grafische Darstellung der Ergebnisse als Entscheidungshilfe haben sollte. Die Entscheidung fiel zugunsten Java (Java-Applet), da Java plattformunabhängig ist und ein Applet zur Verbreitung im Internet gut geeignet ist.

Das Applet soll das Verfahren „Evolutionary Operations“ (EVOP) veranschaulichen, eine Idee zur kontinuierlichen Verbesserung von Fertigungsprozessen während der Produktion. Dabei durchläuft der Fertigungsprozess ständig einen vollständigen Versuchsplan mit zwei oder höchstens drei Faktoren. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, aus kleinen Veränderungen der Prozessergebnisse Wissen über Verbesserungsmöglichkeiten der Fertigung abzuleiten.

Mit dem Applet spielt man Fertigungsleiter. Man verändert zwei Prozessparameter, beobachtet die Veränderung der Zielgrößen und entscheidet, wie man den Fertigungsprozess verändern will, um noch besser zu werden.

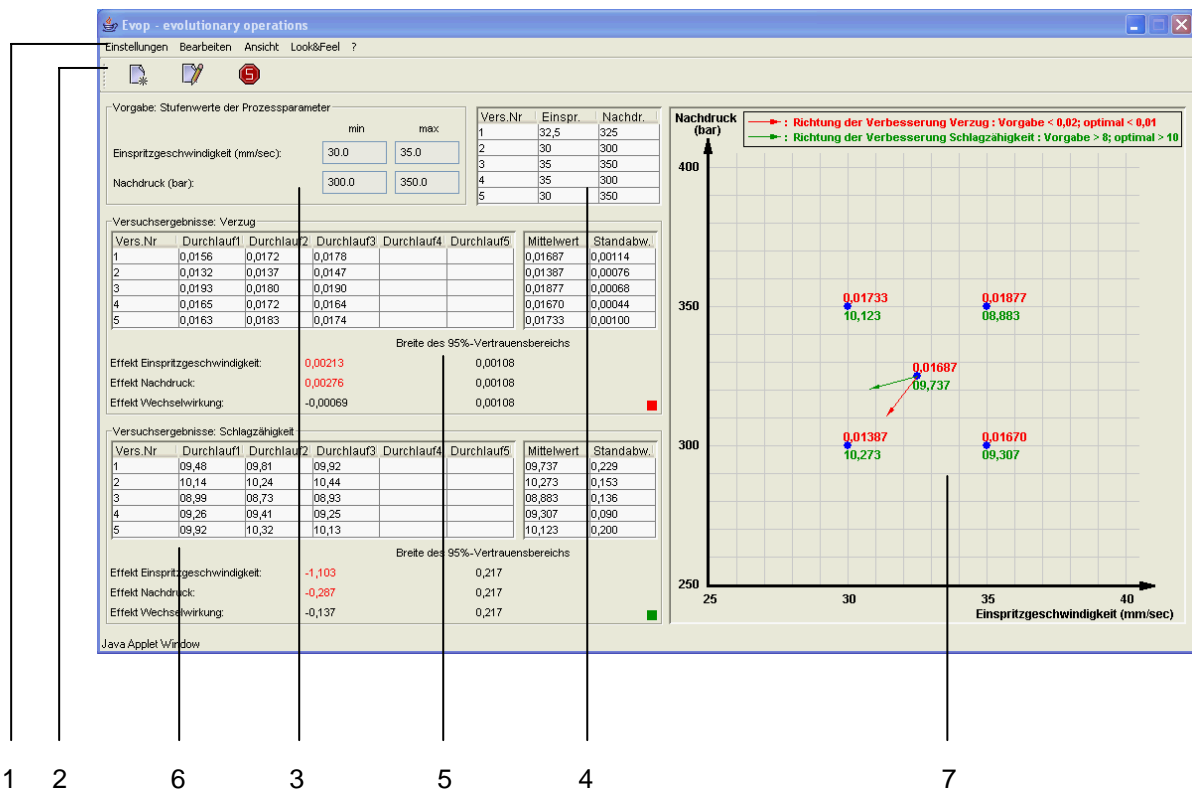
Hinweis:

Falls Sie dieses Applet nicht starten können, liegt dies vielleicht daran, dass auf Ihrem Rechner keine Java Virtual Machine (JVM) installiert ist. Diese JVM erhalten Sie kostenlos bei <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/download.html> (aktuelle Version: 1.4.2_04 Stand April 2004). Wählen Sie das Java Runtime Environment (JRE) für ihr Betriebssystem aus.





2 Graphische Benutzeroberfläche



Legende:

- 1 **Menüleiste**
Enthält die Menüs „Einstellungen“, „Bearbeiten“, „Ansicht“, „Look&Feel“ und „?“
- 2 **Symbolleiste (Toolbar)**
Enthält Schaltflächen für die drei wichtigsten Befehle „Neu“, „Stufenwerte verändern“ und „Neuer Durchlauf“
- 3 **Vorgabe: Stufenwerte der Prozessparameter**
Hier werden die min.- und max.- Werte der Prozessparameter angezeigt. Diese Werte können vom Anwender über eine Eingabemaske Schritt für Schritt geändert werden. Eine direkte Eingabe ist nicht möglich.
- 4 **Tabelle: Liste der Einzelversuche**
Jeder Durchlauf besteht aus fünf Versuchen. Die Tabelle ordnet jeder Versuchsnummer eine Kombination der Prozessparameter zu. Jeder der zwei Prozessparameter kann zwei Werte annehmen (min und max). Daraus ergeben sich vier verschiedene Kombinationen. Hinzu kommt noch ein Einzelversuch in der Mitte des untersuchten Bereichs.
- 5 **Versuchsergebnisse: Verzug**
Hier werden alle Ergebnisse für den Verzug von bis zu fünf Durchläufen für alle fünf Versuche angezeigt: Einzelwerte und daraus berechnete Mittelwerte,





Standardabweichungen, Effekt Einspritzgeschwindigkeit, Effekt Nachdruck, Effekt Wechselwirkung und Breite des 95%-Vertrauensbereichs.

6 Versuchsergebnisse: Schlagzähigkeit

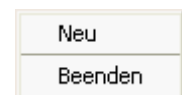
Hier werden alle Ergebnisse für die Schlagzähigkeit von bis zu fünf Durchläufen für alle fünf Versuche angezeigt: Einzelwerte und daraus berechnete Mittelwerte, Standardabweichungen, Effekt Einspritzgeschwindigkeit, Effekt Nachdruck, Effekt Wechselwirkung und Breite des 95%-Vertrauensbereichs.

7 Diagramm

Grafische Darstellung der vorgegebenen Stufenwerte und der Ergebnisse als Entscheidungshilfe. Standardmäßig ist die 2D Ansicht eingestellt. Optional kann auf 3D Ansicht umgestellt werden.

2.1 Menü Einstellungen

Im Menü Einstellungen sind folgende Menüpunkte zu finden:



Neu:

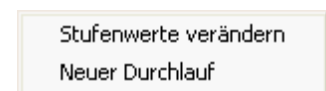
Alle Werte werden gelöscht und alle Einstellungen werden zurückgesetzt.

Beenden:

Das Applet wird beendet.

2.2 Menü Bearbeiten

Im Menü Bearbeiten sind folgende Menüpunkte zu finden:



Stufenwerte verändern:

Eingabemaske wird geöffnet, mit deren Hilfe der Anwender neue Stufenwerte der Prozessparameter eingeben kann. Werden „falsche“ Eingaben gemacht, erscheint jeweils ein Hinweisdialog.

Neuer Durchlauf:

Startet Simulation für alle fünf Versuche. Nach fünf Durchläufen und erneuter Betätigung erscheint ein Hinweis, der darüber informiert, dass alle bisherigen Versuchsergebnisse beim nächsten Durchlauf gelöscht werden.





2.3 Menü Ansicht

Im Menü Ansicht sind folgende Menüpunkte zu finden:



2D Diagramm:

2-dimensionale Darstellung der Versuchsergebnisse im Bereich 7 (s.o.).

3D Diagramm:

3-dimensionale Darstellung der Versuchsergebnisse im Bereich 7 (s.o.).

Raster:

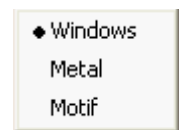
Möglichkeit, ein Raster ein- und auszublenden (gilt für 2D- und 3D-Ansicht).

Beschriftung:

Möglichkeit, die Achsenbeschriftung ein- und auszublenden (gilt für 2D- und 3D-Ansicht).

2.4 Menü Look&Feel

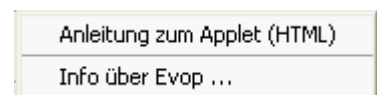
Im Menü Look&Feel sind folgende Menüpunkte zu finden:



Möglichkeit, das Look-and-Feel (also das Aussehen und die Bedienung einer Anwendung) zur Laufzeit umzuschalten. Dieses als *Pluggable Look-and-Feel* bezeichnete Merkmal ermöglicht es einem Anwender, zwischen drei vordefinierten Look-and-Feels zu wählen (Windows, Metal und Motif).

2.5 Menü ?

Im Menü ? sind folgende Menüpunkte zu finden:



Anleitung zum Applet:

Öffnet ein neues Browser-Fenster und lädt diese Anleitung im HTML-Format.

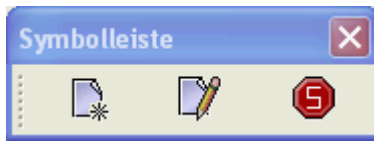
Info über Evop...:

Öffnet ein Fenster, welches Informationen über das Applet anzeigt.





2.6 Symbolleiste (Toolbar)



Abkürzung zu häufig benötigten Menüpunkten

1 2 3

Legende:

- | | | |
|---|-------------------------------|--|
| 1 | Neu: | Alle Werte werden gelöscht und alle Einstellungen werden zurückgesetzt. |
| 2 | Stufenwerte verändern: | Eingabemaske wird geöffnet, mit deren Hilfe der Anwender neue Stufenwerte der Prozessparameter eingeben kann. Werden „falsche“ Eingaben gemacht, erscheint jeweils ein Hinweisdialog. |
| 3 | Neuer Durchlauf: | Startet Simulation für alle fünf Versuche. Nach fünf Durchläufen und erneuter Betätigung erscheint ein Hinweis, der darüber informiert, dass alle bisherigen Versuchsergebnisse beim nächsten Durchlauf gelöscht werden. |

2.7 Vorgabe: Stufenwerte der Prozessparameter

Vorgabe: Stufenwerte der Prozessparameter		
	min	max
Einspritzgeschwindigkeit (mm/sec):	<input type="text" value="30.0"/>	<input type="text" value="35.0"/>
Nachdruck (bar):	<input type="text" value="300.0"/>	<input type="text" value="350.0"/>

Hier werden die min.- und max.- Werte der Prozessparameter angezeigt. Diese Werte können unter „Stufenwerte verändern“ über eine Eingabemaske Schritt für Schritt geändert werden.





Eingabemaske:

Werteeingabe

min max

Einspritzgeschwindigkeit (mm/sec):

Nachdruck (bar):

Abbrechen OK

Java Applet Window

Fehlermeldungen, falls unzulässige Werte eingegeben werden:

negative Werte oder 0 eingegeben



min-Wert(e) größer max-Wert(e) eingegeben:



negative Werte oder 0 UND min-Wert(e) größer max-Wert(e) eingegeben:





2.8 Durchführung der Einzelversuche

Vers.Nr	Einspr.	Nachdr.
1	32,5	325
2	30	300
3	35	350
4	35	300
5	30	350

Bei jedem Durchlauf werden fünf Versuche durchgeführt. Die Tabelle ordnet jeder Versuchsnummer eine Kombination der Prozessparameter zu. Jeder der zwei Prozessparameter kann zwei Werte annehmen (min und max). Daraus ergeben sich vier verschiedene Kombinationen. Hinzu kommt noch ein Einzelversuch in der Mitte des untersuchten Bereichs.

2.9 Versuchsergebnisse: Verzug

Versuchsergebnisse: Verzug							
Vers.Nr	Durchlauf1	Durchlauf2	Durchlauf3	Durchlauf4	Durchlauf5	Mittelwert	Standabw.
1	0,0172	0,0173	0,0165			0,01700	0,00044
2	0,0160	0,0154	0,0157			0,01570	0,00030
3	0,0216	0,0201	0,0221			0,02127	0,00104
4	0,0182	0,0182	0,0169			0,01777	0,00075
5	0,0172	0,0181	0,0188			0,01803	0,00080
Breite des 95%-Vertrauensbereichs							
Effekt Einspritzgeschwindigkeit:			0,00266			0,00092	
Effekt Nachdruck:			0,00292			0,00092	
Effekt Wechselwirkung:			0,00059			0,00092	

Bereich, der alle Ergebnisse für den Verzug von bis zu fünf Durchläufen für alle fünf Versuche anzeigt: Einzelwerte und daraus berechnete Mittelwerte, Standardabweichungen, Effekt Einspritzgeschwindigkeit, Effekt Nachdruck, Effekt Wechselwirkung und Breite des 95%-Vertrauensbereichs.





Wenn ein Effekt (betragsmäßig) größer ist als die Breite des Vertrauensbereichs, kann man davon ausgehen, dass die beobachteten Unterschiede nicht nur zufällig sind. Diese Effekte werden rot markiert.

2.10 Versuchsergebnisse: Schlagzähigkeit

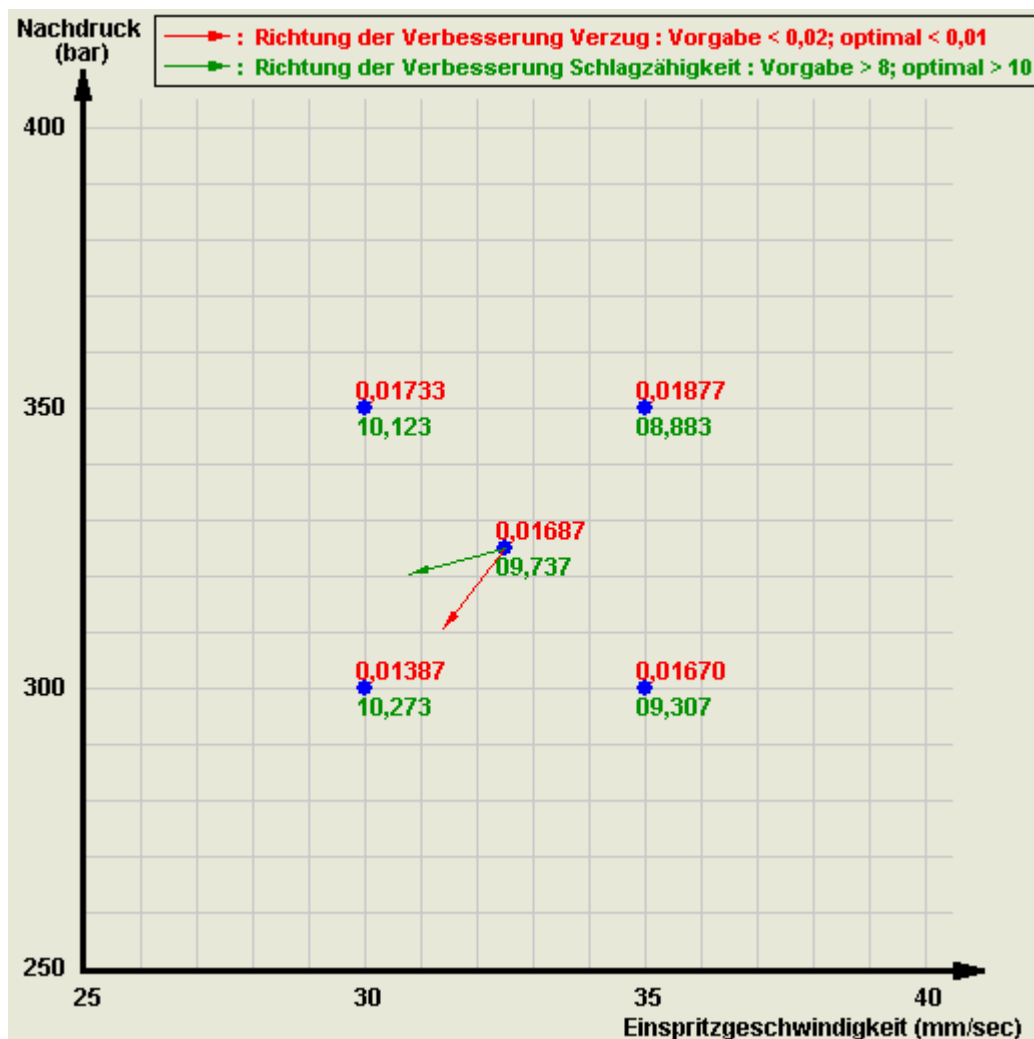
Versuchsergebnisse: Schlagzähigkeit							
Vers.Nr	Durchlauf1	Durchlauf2	Durchlauf3	Durchlauf4	Durchlauf5	Mittelwert	Standabw.
1	09,79	09,82	09,67			09,760	0,079
2	10,69	10,57	10,63			10,630	0,060
3	09,44	09,14	09,54			09,373	0,208
4	09,60	09,61	09,35			09,520	0,147
5	10,08	10,28	10,41			10,257	0,166
Breite des 95%-Vertrauensbereichs							
Effekt Einspritzgeschwindigkeit:		-0,997				0,184	
Effekt Nachdruck:		-0,260				0,184	
Effekt Wechselwirkung:		0,113				0,184	

Bereich, der alle Ergebnisse für die Schlagzähigkeit von bis zu fünf Durchläufen für alle fünf Versuche anzeigt: Einzelwerte und daraus berechnete Mittelwerte, Standardabweichungen, Effekt Einspritzgeschwindigkeit, Effekt Nachdruck, Effekt Wechselwirkung und Breite des 95%-Vertrauensbereichs.

Wenn ein Effekt (betragsmäßig) größer ist als die Breite des Vertrauensbereichs, kann man davon ausgehen, dass die beobachteten Unterschiede nicht nur zufällig sind. Diese Effekte werden rot markiert.



2.11 Grafische Ausgabe 2D



Grafische Darstellung der vorgegebenen Stufenwerte und der Ergebnisse als Entscheidungshilfe. Standardmäßig ist die 2D Ansicht eingestellt.

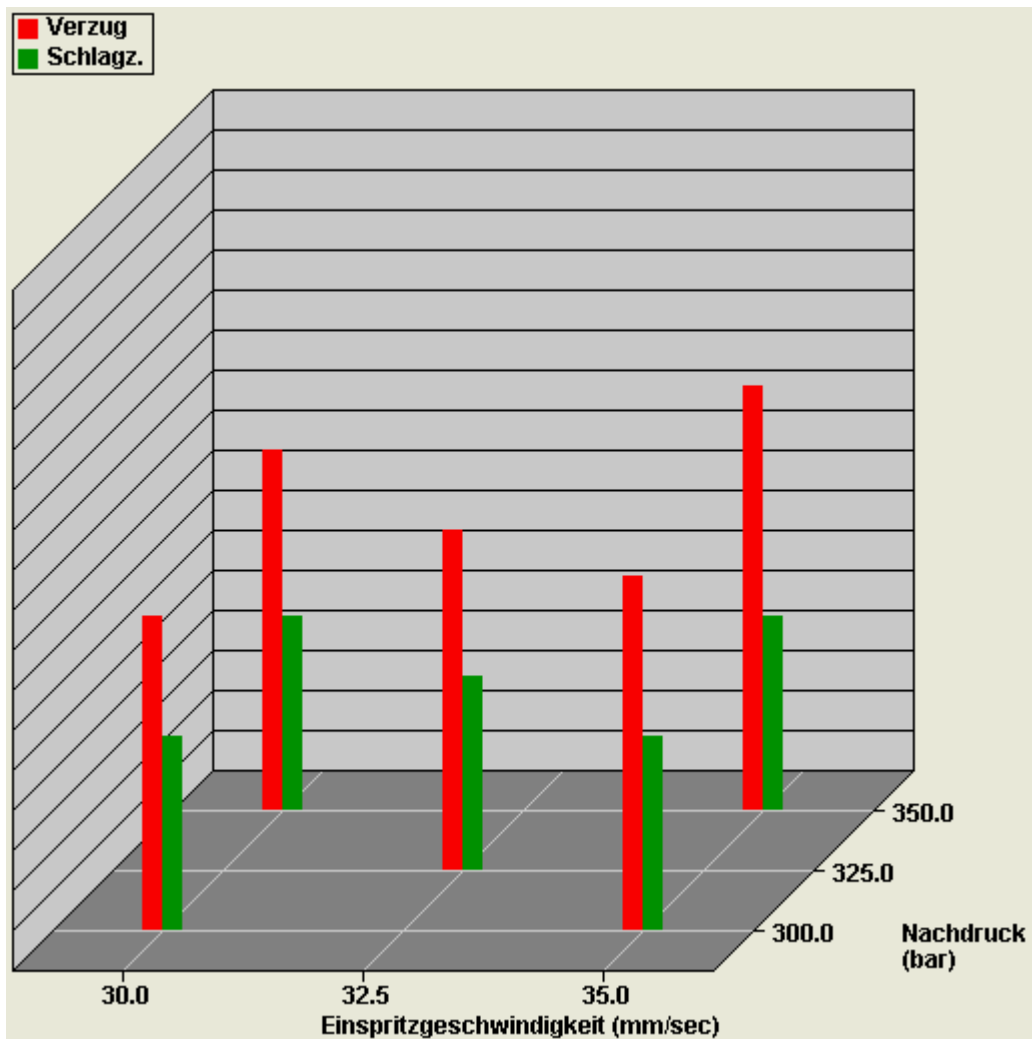
Die Skalierung der Achsen passt sich automatisch den angegebenen Stufenwerten an. Optional können Raster und Beschriftung ein- und ausgeblendet werden.

Aus den hier dargestellten Ergebnissen kann man schließen, dass eine Erniedrigung der Einspritzgeschwindigkeit und des Nachdrucks zu einer Verbesserung von Verzug (Erniedrigung) und Schlagzähigkeit (Erhöhung) führen.

Falls Effekte signifikant sind, wird die Richtung der Verbesserung mit einem Pfeil angezeigt.



2.12 Grafische Ausgabe 3D



Grafische Darstellung der vorgegebenen Stufenwerte und der Ergebnisse als Entscheidungshilfe. In der 3D-Ansicht werden die Mittelwerte durch die Balkenlänge veranschaulicht.



3 Bedienung des Applets

Die Oberfläche des Applets ist so aufgebaut, dass sie intuitiv zu bedienen ist. Um aber bei der Optimierung der Prozessparameter in absehbarer Zeit erfolgreich zu sein und ein gutes Ergebnis zu bekommen sollte systematisch vorgegangen werden. Im Folgenden wird dieses Vorgehen erklärt.

3.1 Problembeschreibung

Ein Kunststoff-Spritzgießprozess wurde an einer Pilotanlage entwickelt und anschließend auf die Produktionsanlage übertragen.

Ziel ist es, Teile mit

- möglichst geringem Verzug (höchstens 0,02 mm, optimal sind Werte < 0,01 mm) und
- möglichst hoher Schlagzähigkeit (mindestens 8kJ/m², optimal sind Werte > 10 kJ/m²)

herzustellen.

Wichtige Prozessparameter sind die Einspritzgeschwindigkeit der Masse in die Form (und damit die Zeit für das Füllen der Form) und der Druck nach dem Füllen der Form (Nachdruck). In der Pilotanlage wurde ermittelt, dass folgende Werte zu geringem Verzug und hoher Schlagzähigkeit führen:

- Einspritzgeschwindigkeit: 30 bis 35 mm/sec
- Nachdruck: 300 bis 350 bar.

Diese Werte können als Ausgangspunkt für die Optimierung verwendet werden.

3.2 Vorgehensweise bei der Optimierung

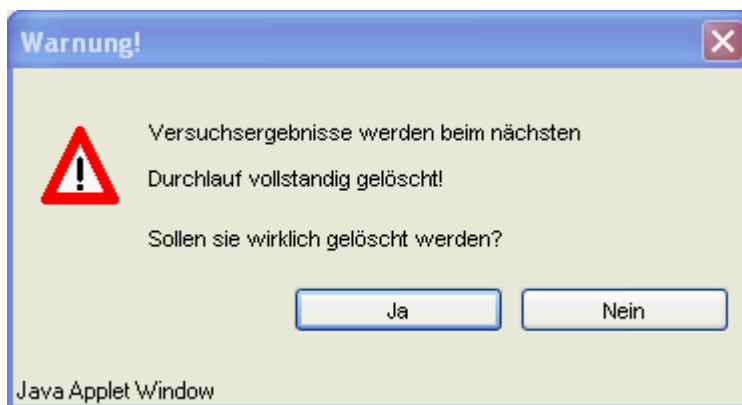
Wenn Sie den ersten Durchlauf mit den voreingestellten Stufenwerten starten, kann die Breite des 95%-Vertrauensbereichs noch nicht berechnet werden, denn dazu sind mindestens zwei Durchläufe notwendig. Nach dem ersten Durchlauf wird deshalb für die Breite des 95%-Vertrauensbereichs kein Wert angegeben, sondern es erscheint lediglich der Text „NaN“. Ab dem zweiten Durchlauf kann dann beurteilt werden, ob die beobachteten Unterschiede nicht nur zufällig sind: Ist ein Effekt (betragsmäßig) größer ist als die Breite des Vertrauensbereichs, kann man davon ausgehen, dass die beobachteten Unterschiede nicht nur zufällig sind. Diese Effekte werden rot



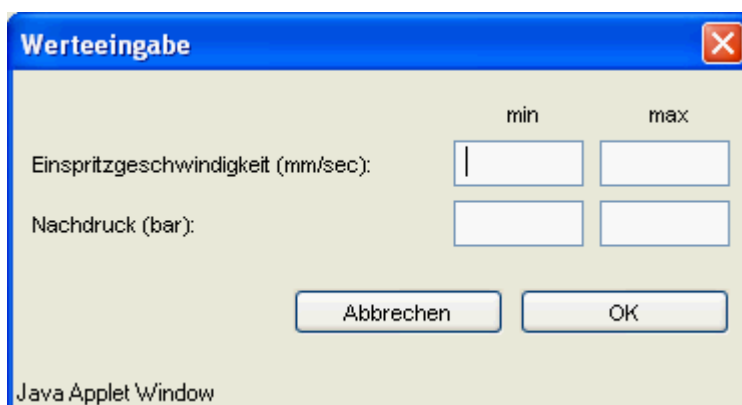


markiert. In diesem Fall erscheint dann auch im 2D-Diagramm für Verzug und für Schlagzähigkeit jeweils ein Pfeil, der die Richtung der Verbesserung anzeigt.

Falls nach zwei Durchläufen die Richtung der Verbesserung noch nicht klar ist oder Sie sich noch unsicher sind, können Sie weitere Durchläufe starten. Erfahrungsgemäß genügen weniger als fünf Durchläufe für eine Entscheidung. Daher ist im Applet aus Platzgründen die Anzahl der Durchläufe auf fünf begrenzt. Wenn Sie einen weiteren Durchlauf starten wollen erscheint daher folgender Hinweis:



Spätestens jetzt sollten Sie die Prozessparameter vorsichtig in Richtung der Verbesserung verändern (z.B. so, dass ein früherer Eckpunkt das neue Zentrum wird). Dazu betätigen Sie entweder die Schaltfläche 2 der Symbolleiste oder wählen im Menü Bearbeiten den Menüpunkt „Stufenwerte verändern“. Danach wird das folgende Dialogfenster geöffnet:



Anhand der 2D-Grafik können Sie erkennen, in welche Richtung die Parameter zu verändern sind. Am Anfang zeigen beide Pfeile nach links unten, d.h. dass Sie für beide Parameter niedrigere Werte als die Startwerte wählen sollten.

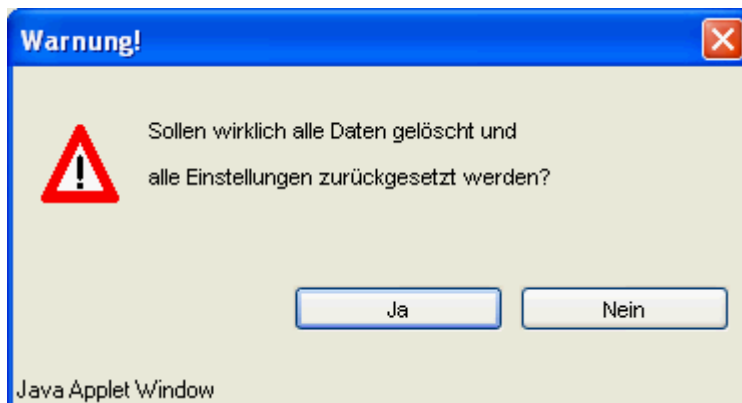




Unzulässige Eingaben (min-Werte größer max-Werte und/oder Werte kleiner oder gleich Null) werden abgefangen. Darüber informiert Sie ein entsprechender Hinweis (s. 2.7 Fehlermeldungen).

Nun gehen Sie weiter vor wie oben und beobachten die Veränderungen. Sie sollten die Stufenwerte der Prozessparameter während der Optimierung immer wieder verändern, bis Sie das Optimum gefunden haben. Bitte berücksichtigen Sie dabei, dass Ihr Ziel für den Verzug $< 0,01$ mm und für die Schlagzähigkeit > 10 kJ/m² ist. Nach einigen Optimierungsschritten treten Zielkonflikte auf (die Pfeile zeigen in verschiedene Richtungen). Dann müssen Sie berücksichtigen, in wieweit Sie Ihr Ziel bereits erreicht haben. Die Zielwerte sind eine anspruchsvolle Vorgabe. Freuen Sie sich auf jeden Fall über die Verbesserung, die Sie mit EVOP an Ihrem Prozess erreicht haben. Und freuen Sie sich über den Wettbewerbsvorteil, den Sie gegenüber Ihrem Konkurrenten haben, der immer bei der ursprünglichen Einstellung der Prozessparameter geblieben ist.

Sollten Sie einmal nicht mehr weiter kommen und von vorn beginnen wollen, wählen Sie im Menü Einstellungen den Menüpunkt „Neu“ oder betätigen Sie die Schaltfläche 1 der Symbolleiste und es öffnet sich folgendes Dialogfenster:



Nach Bestätigung mit „Ja“ werden die Startwerte eingestellt und alle bisherigen Ergebnisse verworfen.

