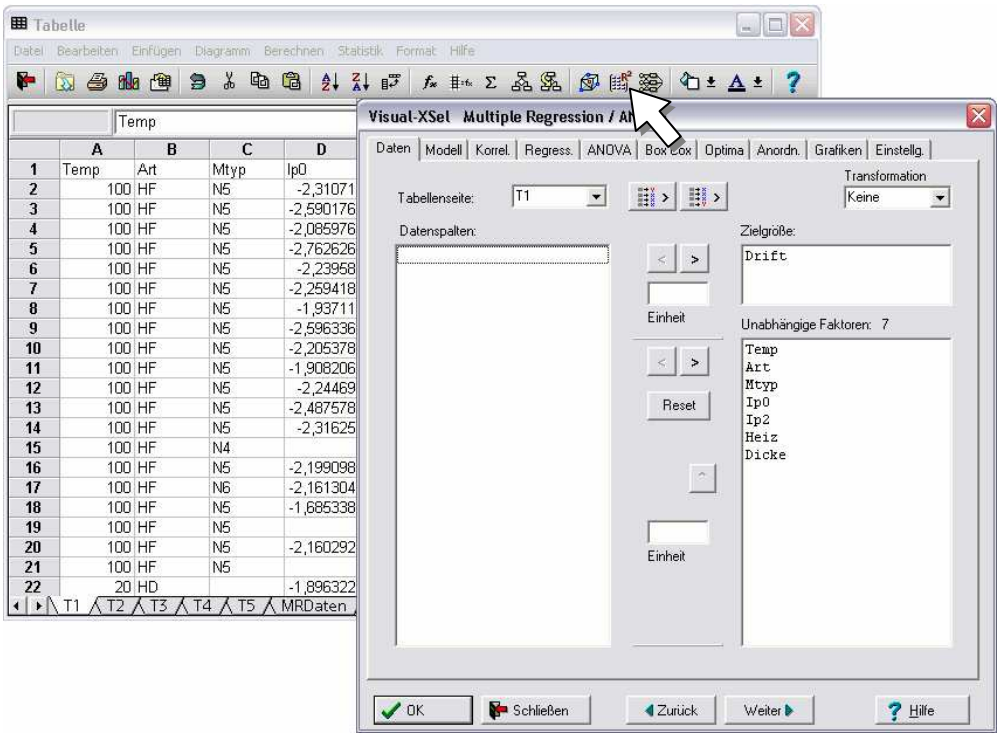
Auswertung von kritischen Daten
Vorgehensweise anhand eines Beispiels

Visual-XSel 10.0

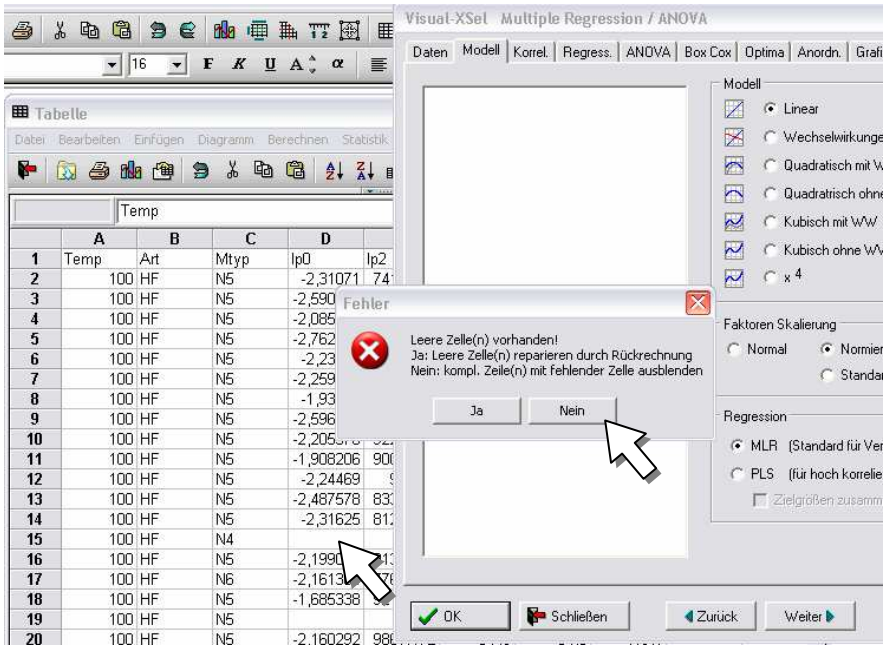
Constant		988,1181	
Temp		? -983,663	-
Art[HD]		-0,53727	0,479
Mtyp[N6]	?	? 983,9488	-
Mtyp[N4]		-0,24459	0,204
IpO		0,234269	0,865
Ip2		0,280347	0,624
Heiz		0,289972	0,466
Dicke		-0,00617	0,961
Temp*Art[HD]		0,131027	0,862
Temp*Mtyp[N6]		? -983,835	-
Temp*Mtyp[N4]		-0,00121	0,243
Temp*IpO		0,1764	0,898
Temp*Ip2		-0,0924	0,871
Temp*Heiz		-0,19405	0,625
Temp*Dicke	?	-0,00087	0,759

Bei Neueinstieg in das Programm, sollte zunächst die Dokumentation XSelDoE10.pdf gelesen werden.
Zur Darstellung der folgenden Zusammenhänge werden die Daten aus der Datei *Beispiel_kritische_Daten_MulReg.vxg* im Verzeichnis \StatistikMethoden verwendet.

Start der Datenanalyse und Spaltenauswahl
Wählen Sie ***Statistik/Regression/Multiple Regression für stetige Zielgröße***, oder die Ikone Datenanalyse (siehe Bild). Die Zielgröße ist die *Drift*, alle anderen sind die unabhängigen Parameter.



Nach Rubrik Modell evtl. Lücken im Datensatz ausblenden



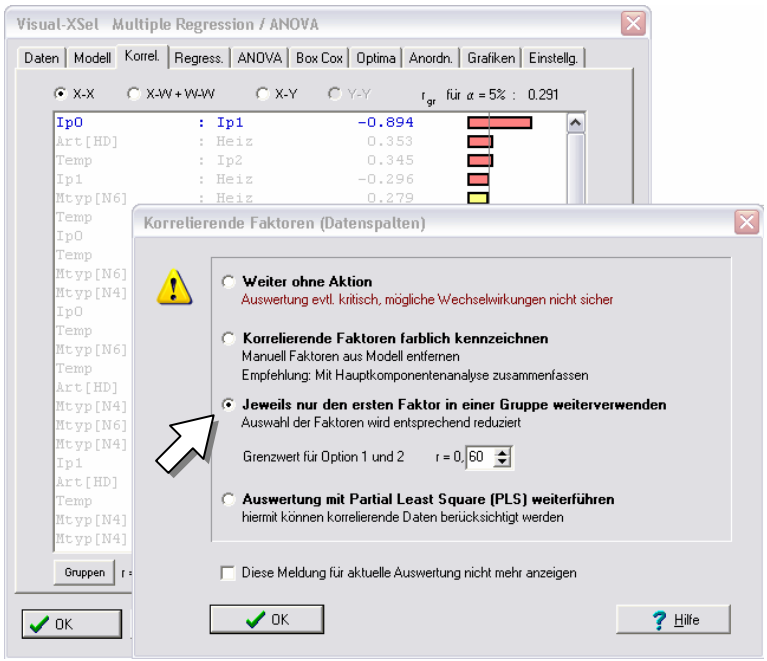
Bei zu vielen leeren Feldern oder unklaren Verhältnissen sind diese Zeilen komplett auszulassen (wie hier mit ***Nein*** bestätigen). Nur dann, wenn ein oder maximal zwei Lücken bestehen, lassen sich diese optional „reparieren“.

Bei leeren Feldern der Zielgröße werden diese automatisch ausgelassen.

Als erstes Modell, soweit sinnvoll, ***Quadratisch mit WW*** auswählen. Gibt es Einstellungen nur auf 2 Stufen, so wird dies später unter Regression angezeigt. Zunächst ist aber zu prüfen, ob die unabhängigen Parameter zu sehr korrelieren.

Korrelationen

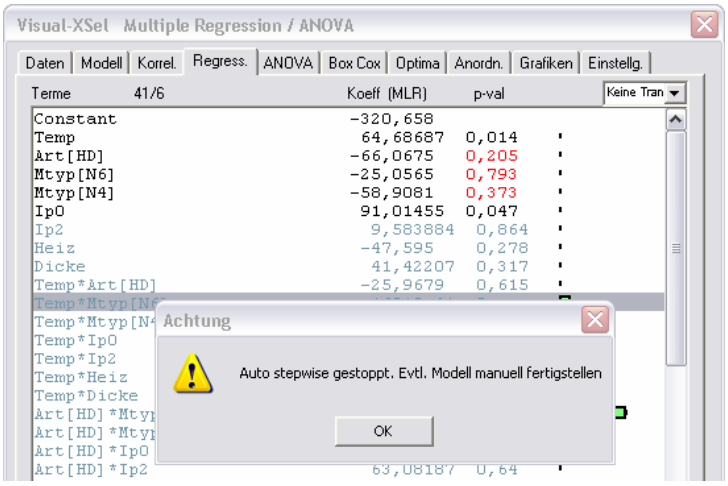
In der Rubrik ***Korrelation*** wird bei kritischen Daten ein Dialogfenster mit möglichen Optionen geöffnet. Bei hoch korrelierenden Parametern -> ***Jeweils nur den ersten Parameter in einer Gruppe weiterverwenden***. In diesem Beispiel korreliert *Ip0* mit *Ip1* zu stark. Rote Balken bedeuten, dass nach statistischem Test die Korrelation eindeutig wird. Dies gilt auch für Parameter *Art* und *Heiz*. Für die Regression sind allerdings Korrelationen erst über 0,6 von Belang. Nach Bestätigung der gewählten Option und Schließen des Dialogfensters, wird automatisch auf die Rubrik Daten zurückgesprungen. *Ip1* erscheint nun wieder in der linken Seite. Sollte stattdessen lieber *Ip0* herausgenommen werden, so ist im Dialogfenster die Option „Weiter ohne Aktion“ zu wählen und manuell unter Daten *Ip0* aus der Liste der unabhängigen Parameter gelöscht werden. Danach kann man direkt auf die Rubrik Regression gehen.



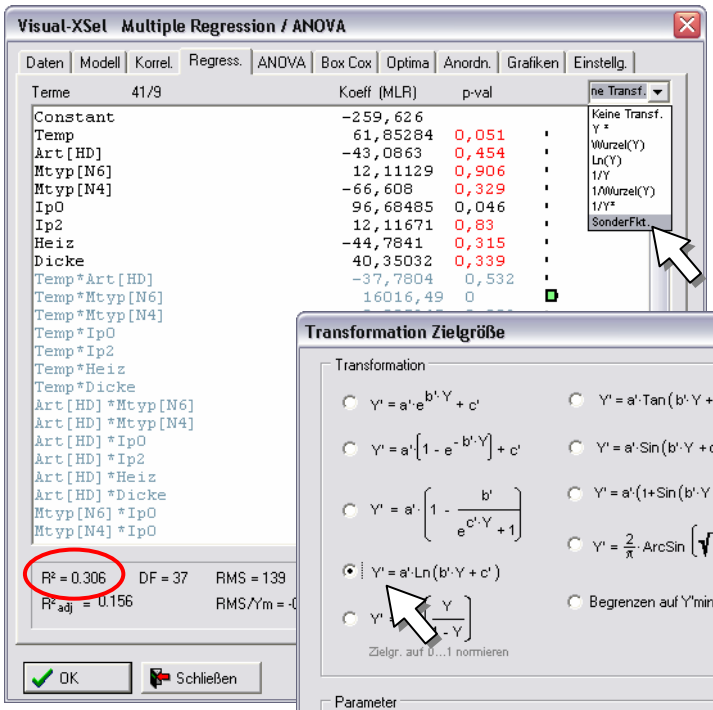
Hinweis: Sind alle Daten untereinander komplett korrelierend, ist keine Auswertung möglich. Ist die maximale Korrelation jedoch kleiner 1, so kann hier mit der Methode Partial Least Square die weitere Auswertung alternativ zur Multiplen Regression erfolgen.

Regression und Modellbildung

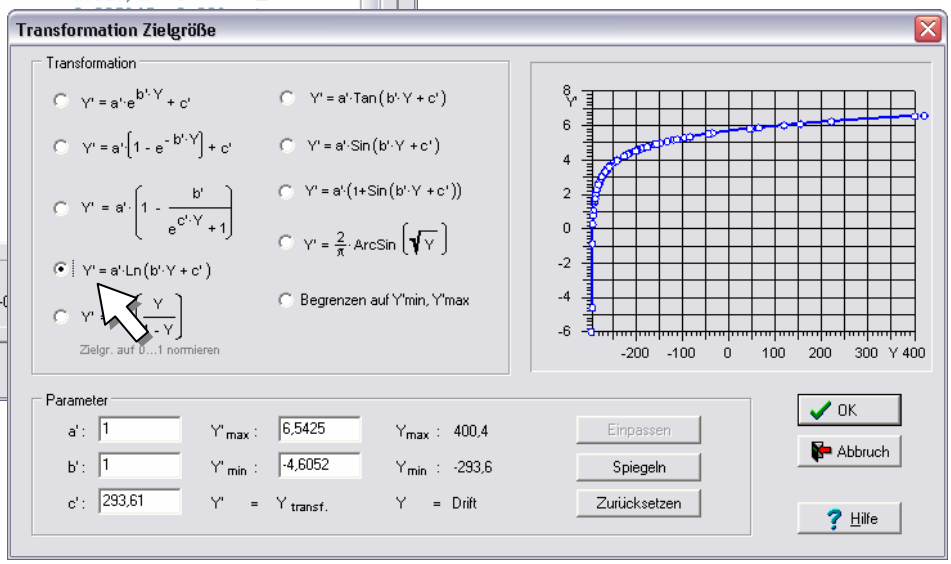
Beim ersten Durchlauf sind alle Terme (Faktoren, Wechselwirkungen, quadratische Terme usw.) im Modell. Es ist die Taste *Auto* zu wählen, um durch eine schrittweise Regression nicht signifikante Terme zu entfernen. Der Durchlauf ist hier nicht erfolgreich, Auto stepwise wurde gestoppt. Auch bei sehr vielen nicht signifikanten Termen und bei Termen mit „?“ (singulär), oder bei zu wenig Freiheitsgraden zunächst die eigentlichen Faktoren im Modell lassen, alle höherwertigen Terme manuell herausnehmen. Zunächst sollen nur die Hauptterme im Modell belassen werden (markieren Sie die höherwertigen Terme und entfernen diese aus dem Modell mit der Taste [x]).



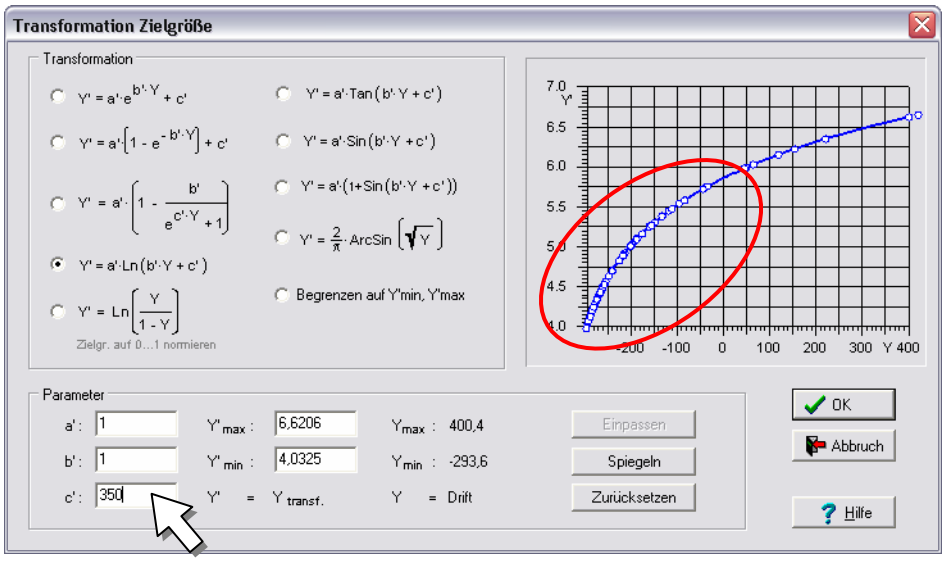
Das ermittelte Modell ist dabei vom Erklärungsgrad noch sehr schlecht, das Bestimmtheitsmaß beträgt nur 0,306. Eine Verbesserung ist über eine Transformation und durch Herausnehmen von Ausreißern möglich (soweit vorhanden).



Das Überprüfen einer möglichst sinnvollen Transformation über Box-Cox ist wegen der negativen Werte der Zielgröße nicht möglich. Deshalb ist hier die manuelle Transformation über die ***Sonderfunktionen*** zu wählen und hierin die dargestellte Funktion ***ln***.

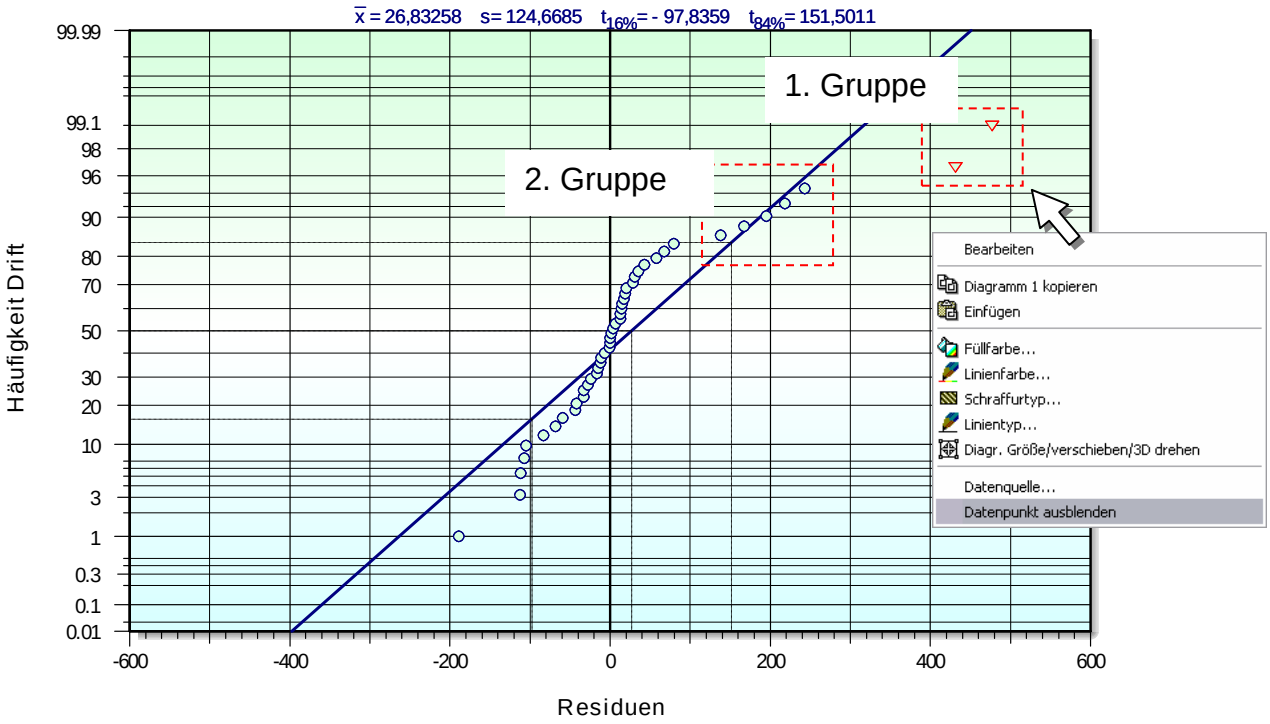


Der Offset c' sorgt dafür, dass im Argument des ln keine negativen Werte auftreten. Der Vorgabewert ist gerade so groß, damit nur positive Argumente entstehen. Es empfiehlt sich hier einen etwas höheren Wert zu verwenden, um den Verlauf der Transformation zu verbessern. Hier wird vorgeschlagen c'= 350 zu wählen. Nach Bestätigung mit der Taste Ok ergibt sich ein Bestimmtheitsmaß von R^2=0,402, was eine deutliche Verbesserung ist, wenn auch noch nicht zufrieden stellend.

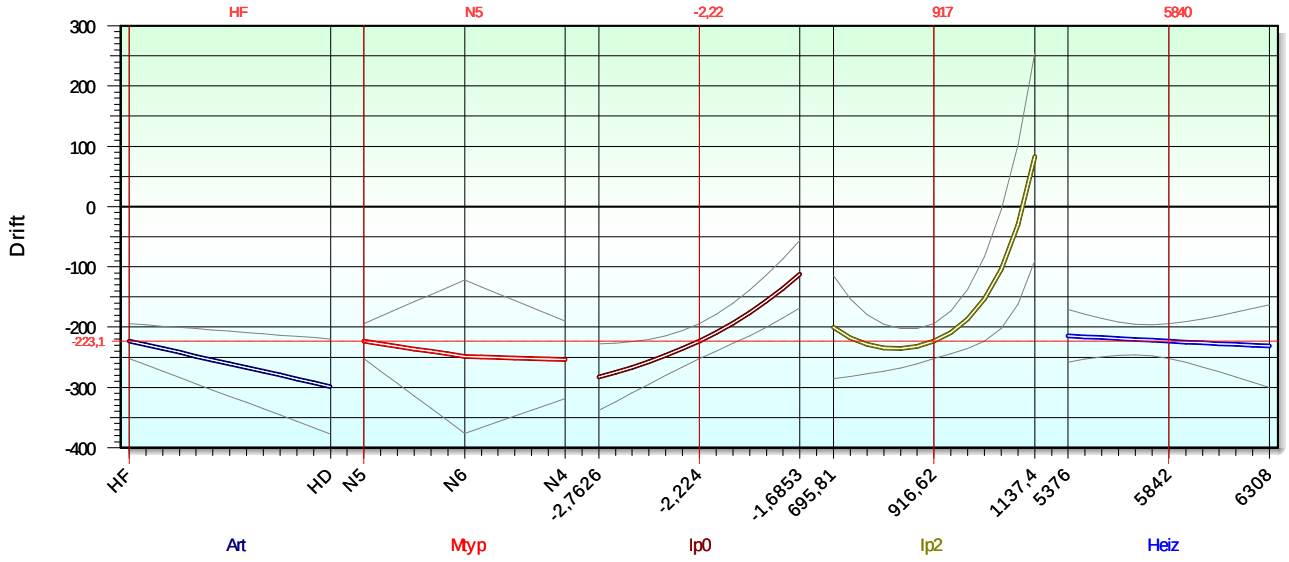


Bei der hier relativ großen Streuung ist zu empfehlen für die folgende Modellbildung das Signifikanzniveau von 5% auf 10% zu vergrößern. Dies wird unter der Rubrik Einstellungen /Regression geändert.

Nun ist erneut mit der Taste Auto unter der Rubrik Regression eine schrittweise Regression zu versuchen. Auch hier läuft diese jedoch nicht durch und das Modell ist nicht vollständig. Die nächsten Schritte behandeln nun die Ausreißer. Hierzu ist das Diagramm ***Residuenverteilung*** darzustellen. Wählen Sie dieses unter der Rubrik Diagramme aus und bestätigen mit Ok. Es entsteht folgendes Bild:



Es werden zwei Ausreißer in rot ganz rechts angezeigt. Ziehen Sie mit der Maus über diese Punkte (1. Gruppe) und entfernen diese mit dem letzten Menüpunkt (rechte Maustaste). Das Bild wird erneut aufgebaut. Bevor die nächsten Ausreißer ausgeblendet werden, ist zu überprüft, ob sich das Modell geändert hat. Rufen Sie erneut die Ikone Datenanalyse auf und wählen die Taste Auto stepwise. Auch hier wird der Durchgang gestoppt. Bei der 2. Gruppe von Ausreißern (nur der äußerte Punkt der 5 nicht zur Gesamtverteilung passenden Linie ist rot) stellt sich die Frage, war hierfür der Grund ist. Offensichtlich gibt es noch weitere Einflussparameter, die hier nicht betrachtet wurden. Evtl. lässt sich durch nachträgliche Überprüfung der Messungen feststellen, was hier noch für „Änderungen“ stattfanden. Zur weiteren Verbesserung des Regressionsmodells sollen die Punkte der 2. Gruppe auch entfernt werden. Es ergeben sich immer wieder neue Ausreißer. Der Vorgang ist solange zu wiederholen, bis keine Ausreißer mehr gemeldet werden. Die Darstellung des Kurvendiagramms (Rubrik Grafiken) zeigt das letzte Modell:



Das Bestimmtheitsmaß von R^2=0,57 ist immer noch sehr schlecht. Etwa 43% der Streuung können nicht erklärt werden. Die hier gezeigte Vorgehensweise der schritt weisen Regression ist in der Fachwelt umstritten. Letztlich ist die Modellbildung im Zusammenhang mit dem Hintergrundwissen der Fachleute zu erstellen und nicht nur aus den statistischen Kennwerten.
Die Darstellung der Kurvenverläufe in diesem Beispiel kann als Trend die Wirkungen erkennen lassen. Auch die im Modell enthaltenen Wechselwirkungen zwischen *Ip0* und *Ip2*, sowie zwischen *Ip2* und *Heiz* konnten technisch begründet werden. Häufig gibt es aber eine Menge von Wechselwirkungen, die nicht nachvollziehbar sind. Im Zweifelsfall sollten diese nicht berücksichtigt werden.

Was sind die nächsten Schritte:

- Überprüfung der Messwerte, die als Ausreißer erkannt wurden. Gibt es Ursachen in der **Messmethode** in der **Aufzeichnung** oder gibt es systematische Veränderungen eines **nicht beobachteten Parameters** (meist partielle Temperaturunterschiede an Bauteilen)

- Die Zusammenhänge des Modells durch die **Fachleute** begutachten lassen. Vergleich mit Erkenntnissen aus früheren Untersuchungen durchführen, falls vorhanden

- **Wiederholungsversuche** bei den Extremwerten und bei fehlenden Eckpunkten unter Ansicht Anordnung

- Erstellung eines **D-Optimalen Versuchsplanes** unter Einbeziehung der bisherigen Daten (Inclusions), Messung der hinzugekommenen Einstellungen und erneute Auswertung.

Hinweis:
Je nach Reihenfolge und entsprechender Modellbildung kann es zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Zum Vergleich kann die gleiche Auswertung zusätzlich über die Methode Partial Least Square durchgeführt werden. Dies ist, wie bereits beschrieben, bei höher korrelierenden Daten grundsätzlich zu empfehlen. Zu beachten ist hierbei jedoch, dass das R^2 in der Regel schlechter ist und die Effekte meist geringer ausfallen, als bei der Multiplen Regression.