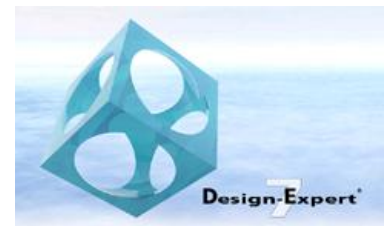


Allgemeine einfaktorielle Pläne (General One Factor)

Behandelte Software: Design Expert 7.11



Autoren: Stat-Ease Inc.



Übersetzung: Bertram Schäfer

STATCON B. Schäfer
Schulstr. 2
D – 37213 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 93300
Fax: +49 5542 933030
E-Mail: vertrieb@statcon.de
Web: www.statcon.de



Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe.
Die gewerbliche Nutzung der in diesem Handout gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.
Kein Teil dieses Werkes darf ohne die schriftliche Genehmigung des Autoren in irgendeiner Form, auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.
Copyright © 2007 Fa. STATCON B. Schäfer, Witzenhausen und Stat-Ease, Inc.
Der Autor übernimmt für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch eine Haftung.

Tutorial: Allgemeine einfaktorielle Pläne (Teil 1 – Basis)

Einführung

In diesem Tutorial zeigen wir Ihnen, wie Sie mit Design Expert allgemeine einfaktorielle Versuchspläne erstellen. Diese Versuchspläne sind sehr hilfreich für den Vergleich von kategorialen Varianten, wie zum Beispiel:

- Welches ist der beste Lieferant
- Welche Art Rohmaterial sollte ausgewählt werden
- Was passiert bei unterschiedlichen Verfahrensänderungen

Falls Sie ein Experiment mit einer kontinuierlichen Einflussgröße planen, die innerhalb eines Bereiches auf beliebige numerische Werte eingestellt werden kann, wie zum Beispiel Zeit, sollte Sie eher ein Response Surface (RSM) Experiment durchführen. Dies wird in einem weiteren Tutorial beschrieben.

Die Daten für dieses Beispiel wurden anlässlich der Stat-Ease Bowling Liga erhoben. Der Spieler spielen jeweils sechs Spiele. Es wird die Gesamtzahl der Punkte je Spiel notiert.

Spiel	Pat	Mark	Shari
1	160	165	166
2	150	180	158
3	140	170	145
4	167	185	161
5	157	195	151
6	148	175	156
Mean	153.7	178.3	156.2

Bowling Ergebnisse

Der Mannschaftskapitän möchte nicht nur einfach den Besten Spieler anhand des höchsten Ergebnisses auswählen. Es könnte Zufall sein, dass Mark die höchste und Pat die niedrigste Punktzahl erreicht haben. Er möchte vielmehr wissen, ob sich Punktzahlen signifikant, vor dem Hintergrund der Abweichungen von Spiel zu Spiel, unterscheiden.

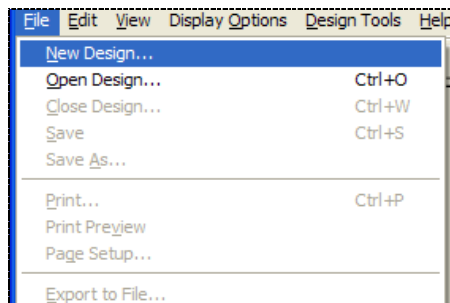
Diese einfaktorielle Untersuchung dient uns als einfaches und gutes Beispiel zur Einführung in die Möglichkeiten, die einfache, vergleichende, statistisch geplante Experimente (DoE) bieten. Das Beispiel hilft dabei einige statistische Konzepte anhand der Design Expert Software zu erläutern. Wir können hier nicht auf alle in den Screenshots dargestellten Statistiken eingehen, werden aber einige weitere in den folgenden Tutorials beschreiben. Viele weitere Funktionen und Statistiken werden ausschließlich im Hilfe System der Software Design Expert beschrieben. Die Hilfe wird

gestartet indem sie auf den Eintrag „Help“ im Hauptmenü klicken oder durch einen rechten Mausklick auf das jeweilige Fenster bzw. die F1 – Taste (Kontext sensitiv).

Das Experiment anlegen

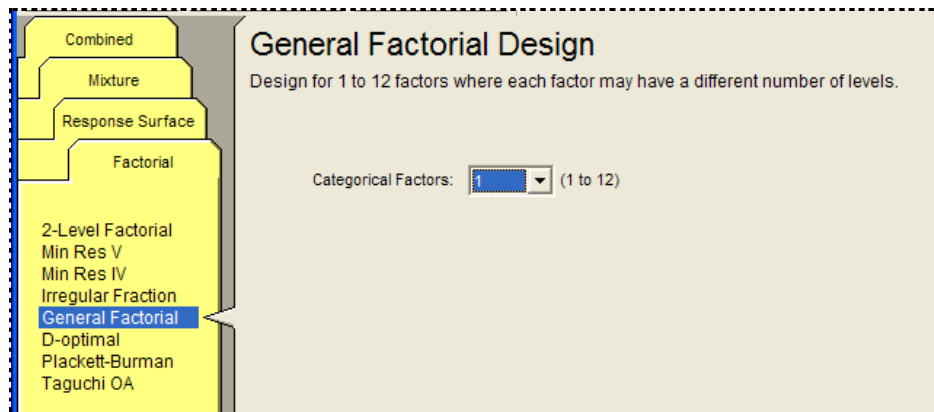
Wir setzen voraus, dass sie mit der graphischen Bedienoberfläche von Windows und mit der Maus umgehen können. Starten Sie das Programm, indem Sie einen Doppelklick aufs die Programmikone von Design Expert machen. Es erscheint das Hauptmenü und eine Leiste mit Icons.

Wählen Sie **File** aus dem Hauptmenü. (einträge die zur Zeit nicht verfügbar sind werden in einer anderen Farbe dargestellt – meist Grau.) Falls Sie anstelle der Maus lieber mit der Tastatur arbeiten drücken Sie die Alt-Taste und gleichzeitig dazu den unterstrichenen Buchstaben.



File Menü

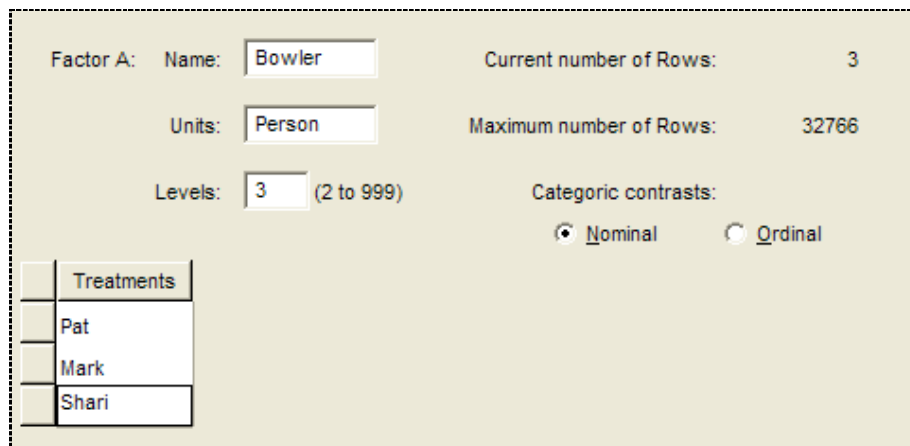
Wählen Sie den Eintrag **New Design** mit er Maus. (Das Icon „leeres Blatt“ / auf der linken Seite der Werkzeugleiste ist der schnellere Weg zu diesem Bildschirm. Falls Sie es ausprobieren möchten wählen Sie „Cancel“, um die Werkzeugleiste zu reaktivieren.) Sie sollten jetzt vier Registerkarten auf der linken Seite des Bildschirms sehen. Die Karte **Factorial** wird aufgrund der Voreinstellung von Design Expert stets als erste erscheinen. Wählen sie für das zu erstellende Design den Eintrag **General Factorial** , da es sich um eine kategoriale Einflussgröße handelt. (Sollte Ihre Einflussgröße numerisch sein, wie z.B. Temperatur, dann wählen Sie besser unter der Registerkarte Response Surface den Eintrag One Factor) . Belassen Sie die Voreinstellung für die Anzahl der Einflussgrößen (number of factors) bei dem voreingestellten Wert von **1** und klicken dann **Continue**.



General Factorial design

Eingeben der Design Parameter

Als Name der Einflussgröße geben Sie **Bowler** ein. Im Eingabefeld **Units** können Sie die Masseinheit der Einflussgröße spezifizieren; geben Sie hier **Person** ein. Im Feld **Levels** wird die Anzahl der Stufen der Einflussgröße festgelegt; geben Sie hier die **3** für die Anzahl der Mitspieler ein. Im Feld **Treatments** geben Sie die Namen der Mitspieler **Pat**, **Mark** und **Shari** ein.



Die General Factorial Design-Dialogbox – ausgefüllt

Die **Categoric contrasts** werden bei der Voreinstellung **Nominal** belassen. Die Option “ordinal” wird benötigt falls die Stufen in einer geordneten Reihenfolge vorliegen. Offensichtlich ist diese Option für unser Beispiel nicht sinnvoll. Falls die Stufen durch eine Quantität geordnet werden können (z.B. sehr gut, gut, befriedigend, ausreichend) sollten sie diese Option wählen, damit die Auswertung dies adäquat berücksichtigen kann. Erinnerung: Wie bereits erwähnt sollten Sie von der Registerkarte Response Surface den Eintrag One Factor wählen falls ihre Einflussgröße numerisch ist.

Klicken Sie **Continue**, um weitere Eigenschaften des Designs festzulegen. Im Feld **Replicates**, das nun aktiviert ist geben Sie bitte eine **6** ein (jeder Bowler spielt sechs

Spiele). Setzen Sie nicht das Häkchen im Feld „Assign one block per replicate“. Design-Expert berechnet aufgrund der Eingaben die Anzahl der durchzuführenden Experimente und gibt den Wert 18 aus.

Replicates: 6 Assign one block per replicate

18 Runs

weitere Design Optionen ausgefüllt

Klicken Sie **Continue**. Belassen Sie die Anzahl der **Responses** bei **1**. Klicken Sie nun in das Eingabefeld für den Namen und geben anstelle von „R1“ der Namen **Score** ein. Im Feld **Units** geben Sie bitte **Pins** ein.

Responses: 1

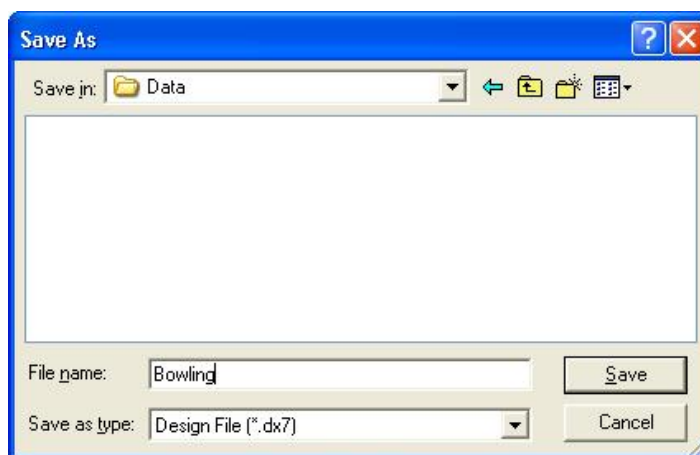
Name	Units
Score	Pins

Zielgrößen Dialogbox – ausgefüllt

Klicken Sie **Continue**, um die Angaben zur Zielgröße zu übernehmen. Design-Expert erzeugt jetzt den Versuchsplan und stellt den Plan tabellarisch dar.

Speichern des Designs

Nachdem das Design erstellt wurde sollte es als Datei gespeichert werden. Wählen Sie dazu **File, Save As**. Geben Sie einen beliebigen Namen wie z.B. **Bowling** ein und es wird eine Datei mit der Dateierdung *.dx7 angelegt.

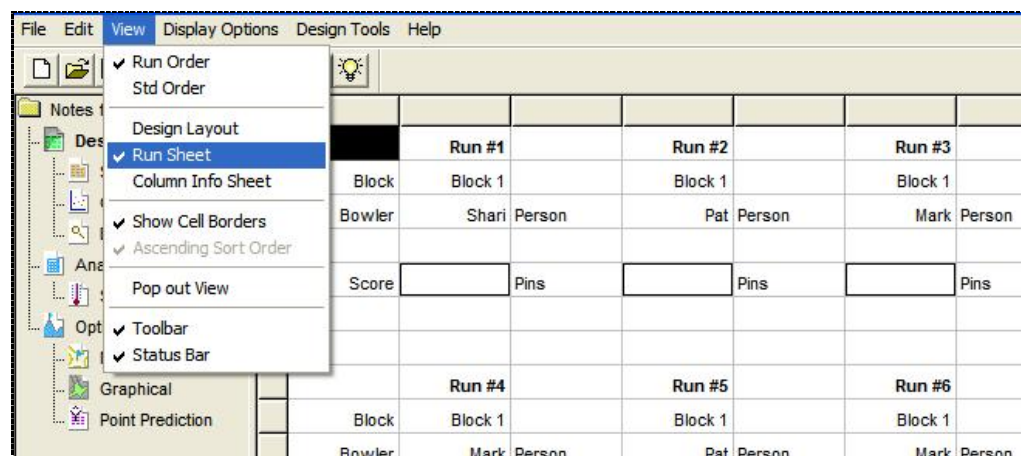


Save As Dialogbox

Klicken Sie **Save**, um das Speichern auszuführen. Falls Ihr Computer aus welchem Grund auch immer nun abstürzen sollte können Sie jederzeit an der Datei weiterarbeiten.

Anlegen eines Formulars zur Dateneingabe

Wechseln Sie in das Menü **View** und wählen den Eintrag **Run Sheet**. Design Expert erstellt automatisch ein druckbares Erfassungsblatt für die Daten. (Hinweis: in dieser Ansicht können keine Daten für die Zielgröße eingegeben werden. Die Dateneingabe ist nur in der Ansicht Design Layout möglich.)



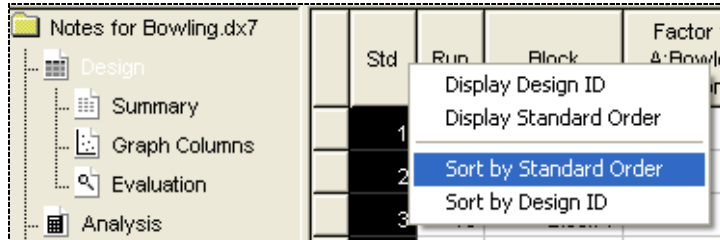
Ansicht Run Sheet (die Reihenfolge ihrer runs kann sich unterschieden)

Im Rahmen dieses Tutorials ist es nicht notwendig das Run sheet zu drucken. Falls Sie dies tun möchten wählen Sie File, Print und OK und das Run Sheet wird auf ihrem angeschlossenen Drucker ausgegeben. (Sie können selbstverständlich auch die Ansicht design layout drucken, falls diese ihnen besser gefällt.)

Eingabe der Werte für die Zielgröße

Im Fall ihrer eigenen Experimente müssen Sie natürlich zunächst die Daten erheben. Wir simulieren diesen Zeitraum, indem wir Design Expert mittels **File, Exit** verlassen. Wählen Sie **Yes** auf die Frage ob die Änderungen gespeichert werden sollen. Wenn wir nun Design Expert erneut starten, nehmen wir an, dass die Experimente in der Zwischenzeit durchgeführt wurden. Wählen Sie nach dem Start **File, Open Design** (oder klicken Sie auf das Icon **1** in der werkzeuggestreife, um eine Datei zu öffnen). Wählen Sie die Datei **Bowling.dx7**. Sie sollten jetzt die Daten in der design layout Ansicht sehen. (Falls nicht, wählen Sie View und Design Layout.) Für ein „echtes“ Experiment sollten die Versuche soweit irgend möglich in zufälliger Reihenfolge durchgeführt werden. Design Expert zeigt den Versuchsplan zunächst in dieser „randomized run order“. Diese Reihenfolge wird jedesmal wenn das Design neu erstellt wird unterschiedlich sein (Zufallszahlen). Für unser Beispiel sollten die Datentabelle sortiert sein, damit die Reihenfolge mit der der Bowler übereinstimmt. Dies können Sie

einfach durch einen Rechtsklick auf den Kopf der Spalte **Std** erreichen, indem im folgenden Popup Menü der Eintrag **Sort by Standard Order** gewählt wird.



Sortieren der Versuche nach der Standard (std) Reihenfolge


Geben Sie nun die Werte, wie auf Seite eins oder auf dem folgenden Bildschirm, dargestellt ein.

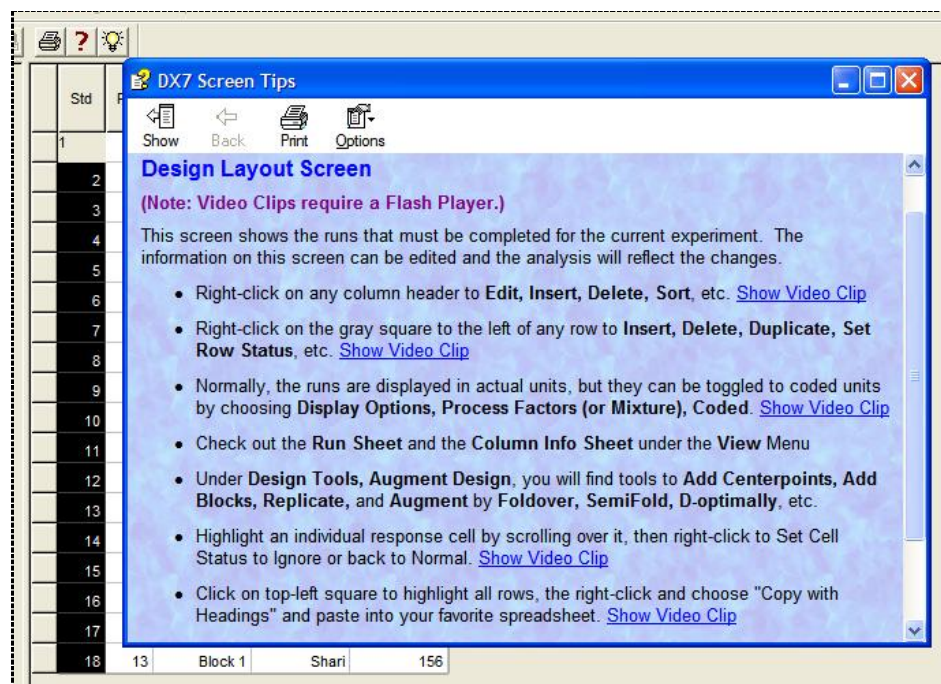
	Std	Run	Block	Factor 1 A: Bowler Person	Response 1 Score Pins
	1	9	Block 1	Pat	160
	2	7	Block 1	Pat	150
	3	2	Block 1	Pat	140
	4	16	Block 1	Pat	167
	5	8	Block 1	Pat	157
	6	5	Block 1	Pat	148
	7	6	Block 1	Mark	165
	8	15	Block 1	Mark	180
	9	4	Block 1	Mark	170
	10	11	Block 1	Mark	185
	11	14	Block 1	Mark	195
	12	3	Block 1	Mark	175
	13	10	Block 1	Shari	166
	14	1	Block 1	Shari	158
	15	17	Block 1	Shari	145
	16	12	Block 1	Shari	161
	17	18	Block 1	Shari	151
	18	13	Block 1	Shari	156

Design Layout in Standardreihenfolge mit eingegebenen Werten der Zielgröße

Ihr Design Layout Fenster sollte nun, bis auf die Spalte „run order“, dem oben dargestellten entsprechen. Wenn Sie echte Experimente durchführen, sollten diese immer in der zufälligen Reihenfolge der „run order“ durchgeführt und eingegeben werden. Die Standard Reihenfolge “Std order” sollte nur als Vereinfachung für bereits durchgeführte Experimente dienen.

Speichern Sie Ihre Daten indem Sie **File, Save** aus dem Menü wählen (oder klicken Sie auf das < icon in der Werkzeugleiste).

OK, jetzt sind die Daten für alle Fälle gesichert, auch falls Sie zufällig oder bewusst Daten verändern. Für dieses Beispiel ist das auch notwendig, da wir im Folgenden mit diesem Design Layout intensiv arbeiten werden. Wir beginnen mit der Kontext sensitiven Hilfefunktion, den „screen tips“ , (alternativ wählen Sie Help, Screen Tips aus dem Menü) die Informationen und Hilfen zum aktuell geöffneten Fenster anzeigen. An dieser Stelle sollten auch die Video Clips erwähnt werden, denn Sie enthalten, wo verfügbar, detaillierte Beschreibungen der Funktionen. Die Filme erlauben viele leichtere Erklärungen als dies statisch, schriftlich möglich wäre.



Tips für den Design Layout Bildschirm

Wenn Sie möchten (und die Zeit dafür aufwenden können) probieren Sie die Features, die in den Tips beschrieben werden aus. Klicken Sie den **X** Button in der oberen rechten Ecke des Bildschirms, um das Fenster zu schließen.

Zum Einstieg wollen wir einen ersten Überblick über die Bowling Daten erhalten, indem wir die Resultate aufsteigend sortieren. Rechtsklicken Sie dazu auf den Kopf der Spalte Response und wählen aus dem Popup Menü den Eintrag **Sort by This Response**.

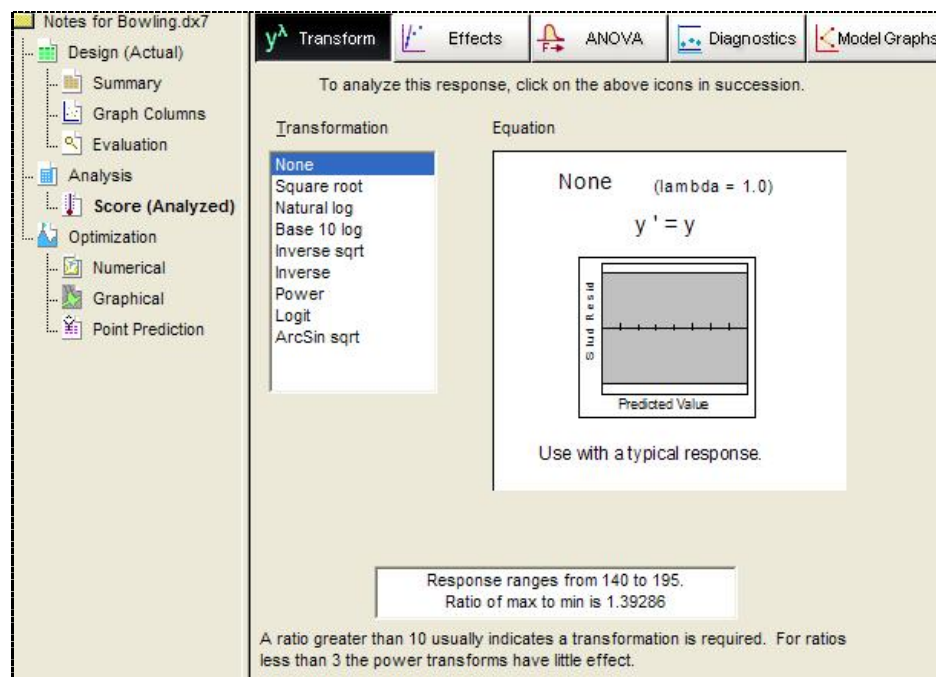
	Response 1 Score Pins	
Pat	140	Edit Info...
Mari	145	Insert Response ▶
Pat	148	Delete Response
Pat	150	Fill with Random
Mari	151	Simulate Response
Mari	156	Equation Only
		Sort by This Response

Sortieren nach der Zielgröße (auch für Einflussgrößen möglich)

Dies ist ein sehr einfaches aber hilfreiches Feature, das genauso bei Einfluß- wie bei Zielgrößen funktioniert. Hier sehen wir sehr leicht, das die hohen Bowlingergebnisse fast alle von Marc stammen.

Analysieren der Zielgröße

Hier beginnt die statistische Datenanalyse. Im Zweig **Analysis** des auf der linken Seite dargestellten Auswertebaumes, klicken Sie bitte auf das Blatt **Score**. Die Transform Registerkarte wird im rechten Auswertefenster geöffnet. Sie werden die fünf verschiedenen Einträge dieses Registers für jede Auswertung nacheinander von links nach rechts anklicken und durcharbeiten. Die Auswertung wird damit zu einem sehr schnellen und einfachen Prozess. Die erste Registerkarte Transform ermöglicht verschiedene Transformationen der Zielgröße, die die statistischen Eigenschaften der Auswertung möglicherweise verbessern können.



Transformation button – the starting point for the statistical analysis

Falls Sie weitere Informationen zum Thema Transformationen benötigen sollten Sie zuerst die Tips anklicken. Im Anschluss daran können Sie mittels Help aus dem Hauptmenü sämtliche Details zum Thema nachschlagen. Wählen Sie dazu Index und suchen nach dem Stichwort “transformations.”

Design Expert gibt am unteren Ende des Bildschirms eine kurze Hilfestellung, die sich bereits auf die zu analysierenden Daten bezieht. Für unser Beispiel wird die Notwendigkeit einer Transformation der Zielgröße nicht angezeigt. Wir können also ohne Transformation mit dem nächsten Schritt der Auswertung fortfahren. Belassen Sie also die gewählte Transformation bei **None** und klicken auf die nächste Registerkarte **Effects**.

Erste Ergebnisse der Analysis

An dieser Stelle wird der Text ein wenig statistischer. By necessity, things get a bit statistical from here on out. Dies soll nicht abschreckend wirken, wir möchten sie dennoch

darauf verweisen, das Sie einen Grundkurs in Regressionsanalyse bzw. besser einen Kurs über statistische Versuchsplanung belegen sollten. Wir bieten diese an.

Term	df	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Intercept	1	0.000	0.000	0.000	0.000
M A-Bowler	2	2212.11	1106.06	12.57	0.0006
e Lack Of Fit	0	0.000	0.000	0.000	0.000
e Pure Error	15	1319.50	87.97	0.000	0.000
Residuals	15	1319.50	87.97	0.000	0.000

Ergebnisse der Registerkarte Effects

Der wichtige Teil des Outputs über die Effekte sind die F-values und die ihnen zugeordneten Wahrscheinlichkeiten (“Prob>F”). In unserem Beispiel gibt es nur eine sehr kleine Wahrscheinlichkeit (ca. 0.06%) dafür das die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der drei Bowler (Der Term “A-Bowler” mit vorangestelltem “M” für Modell) rein zufällig sind (Der Term “Pure Error” mit dem vorangestellten “e” für error, ist durch die Streuung der einzelnen Bowler definiert). Mit anderen Worten heißt das, dass der Unterschied zwischen den drei Bowlern statistisch signifikant ist.

Für weitere Einzelheiten klicken Sie auf die Registerkarte **ANOVA** (Varianzanalyse). Beachten sie, dass Design-Expert die obige Aussage durch den Hinweis „significant“ verdeutlicht.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Significance
Model	2212.11	2	1106.06	12.57	0.0006	significant
A-Bowler	2212.11	2	1106.06	12.57	0.0006	significant
Pure Error	1319.50	15	87.97	0.0006	0.0006	significant
Cor Total	3531.61	17				

ANOVA Ergebnisse (annotated), mit kontext-sensitiven Hilfe Menü

Wählen Sie **View, Annotated ANOVA** aus dem Hauptmenü. Es verschwinden sämtliche Kommentar, so dass sie einen Ausdruck der Ergebnisse erstellen können, der für statistisch vorgebildete schnell lesbar ist. Wählen Sie wieder **View, Annotated**

ANOVA, um diese hilfreichen, erläuternde Texte wieder einzublenden. Bevor es weitergeht noch ein kurzer Hinweis: ein Rechtsklick auf eine bestimmte Zelle des Outputs zeigt die Definition dieser Zelle. Klicken Sie beispielsweise auf den p-value von 0.0006, wie oben gezeigt und wählen Help aus dem Popup Menü. Nutzen Sie diese hilfreichen Möglichkeiten von Design Expert, um sich auch mit den statistischen Hintergründen vertraut zu machen!

Weiter unten finden Sie verschiedene zusammenfassende statistische Kennzahlen.

Std. Dev.	9.38	R-Squared	0.6264
Mean	162.72	Adj R-Squared	0.5766
C.V. %	5.76	Pred R-Squared	0.4620
PRESS	1900.08	Adeq Precision	6.442

The "Pred R-Squared" of 0.4620 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0.5766.

"Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 6.442 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Summary Statistiken

Die Kommentierungen erklären die wichtigen Elemente des Outputs. Sie können aber zusätzlich jederzeit mit einem rechten Mausklick auf eine Zelle zusätzliche Hilfen aufrufen (probieren Sie auch die F1-Taste).

Klicken Sie jetzt auf den Rollbalken auf der rechten Seite des Fensters bis der unten dargestellte Output erscheint.

Term	Coefficient		Standard Error	95% CI	
	Estimate	df		Low	High
Intercept	162.72	1	2.21	158.01	167.43
A[1]	-9.06	1	3.13	-15.72	-2.39
A[2]	15.61	1	3.13	8.95	22.27

Schätzer der Koeffizienten (Coefficient estimates)

Nur wenn Sie Statistiker sind werden diese detaillierten Informationen zu den Termen des Modells und die zugehörigen Konfidenzgrenzen ("CI") interessant finden. Dennoch ist leicht zu erkennen, daß der "Intercept" einfach der Mittelwert aller Bowling Ergebnisse ist. Sie könnten sich wundern warum für drei Bowler ein Modell mit nur zwei Termen A1 und A2 angezeigt wird. Der dritte Term ist kann ohne weiteres aus den beiden vorhandenen und dem Gesamtmittelwert errechnet werden; seine Berechnung erübrigt sich damit.

Der nächste Bereich des Outputs mit der Überschrift "Treatment Means" zeigt die geschätzten Mittelwerte je Bowler.

Treatment Means (Adjusted, If Necessary)		
	Estimated	Standard
	Mean	Error
1-Pat	153.67	3.83
2-Mark	178.33	3.83
3-Shari	156.17	3.83

geschätzte Mittelwerte (Treatment means)

Im folgenden Teil des ANOVA Reports werden diese Mittelwerte paarweise miteinander verglichen.

Treatment	Mean	DF	Standard	t for H ₀	
	Difference		Error	Coeff=0	Prob > t
1 vs 2	-24.67	1	5.41	-4.56	0.0004
1 vs 3	-2.50	1	5.41	-0.46	0.6509
2 vs 3	22.17	1	5.41	4.09	0.0010

Values of "Prob > |t|" less than 0.0500 indicate the difference in the two treatment means is significant.

Values of "Prob > |t|" greater than 0.1000 indicate the difference in the two treatment means is not significant.

geschätzte Mittelwerte paarweiser Vergleich

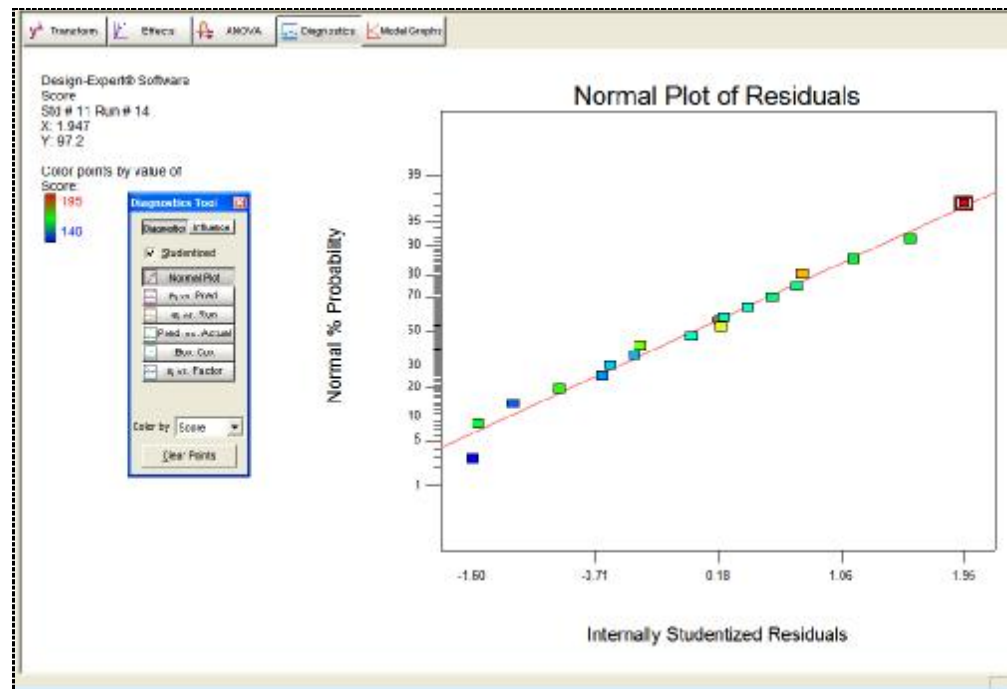
Der paarweise vergleich ermöglicht die folgenden Interpretationen:

- Pat zeigt einen signifikanten Unterschied (schlechter) im Vergleich zu Mark (1 vs 2)
- Der mittlere Unterschied von 2,5 Pins zwischen Pat und Shari (1 vs 3) ist nicht signifikant
- Mark unterscheidet sich signifikant von Shari (besser!) (2 vs 3).

Analyse der Residuen

Wählen Sie die Registerkarte **Diagnostics** und aus dem Diagnostics Tool den Normal Plot der Residuen. Idealerweise liegen die Punkte in diesem Plot auf einer Geraden und zeigen damit keine Abnormalität. Haben Sie einen Stift oder Kugelschreiber zur Hand? Legen Sie diesen über die Daten. Verschwinden alle Punkte unter dem Stift? Falls Ja, dann gilt der Stift-Test auf Normalverteilung damit als bestanden. Sie können die Lage der Line mit der Maus verändern. (platzieren Sie den Mauszeiger über der Line und klicken diese mit der linken Maustaste an. Halten Sie die Maustastegedrückt und verschieben die Maus). Sie können auch den Verankerungspunkt der Geraden (Kreis in der Mitte) verschieben. Wir empfehlen Ihnen nicht die Linie zu verschieben, da das Programm in den meisten Fällen die „beste“ Line automatisch findet.

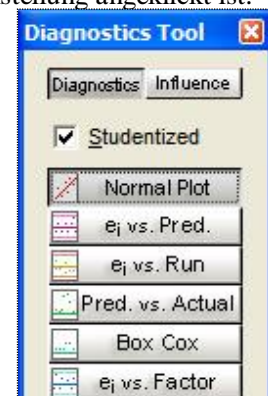
Die einzelnen Punkte sind farblich so codiert, daß der Wert der Zielgröße durch die Farbe repräsentiert wird. Die Farbe Blau entspricht dem kleinsten Wert der Zielgröße und Rot dem größten. So ist z.B. der rote Punkt das hervorragende Spiel von Mark mit 195 Punkten. Pat und Sahri argumentieren nun das das Ergebnis als "Ausreisser" gewertet und gelöscht werden sollte. Ist das fair? Klicken Sie den Punkt an, so dass dieser auch in allen anderen Residuen Graphiken die das Diagnostic Tool (das kleine Werkzeugfenster auf dem Bildschirm) bietet, markiert wird.



Normal Probability Plot der studentisierten Residuen (Spiel 195 markiert)

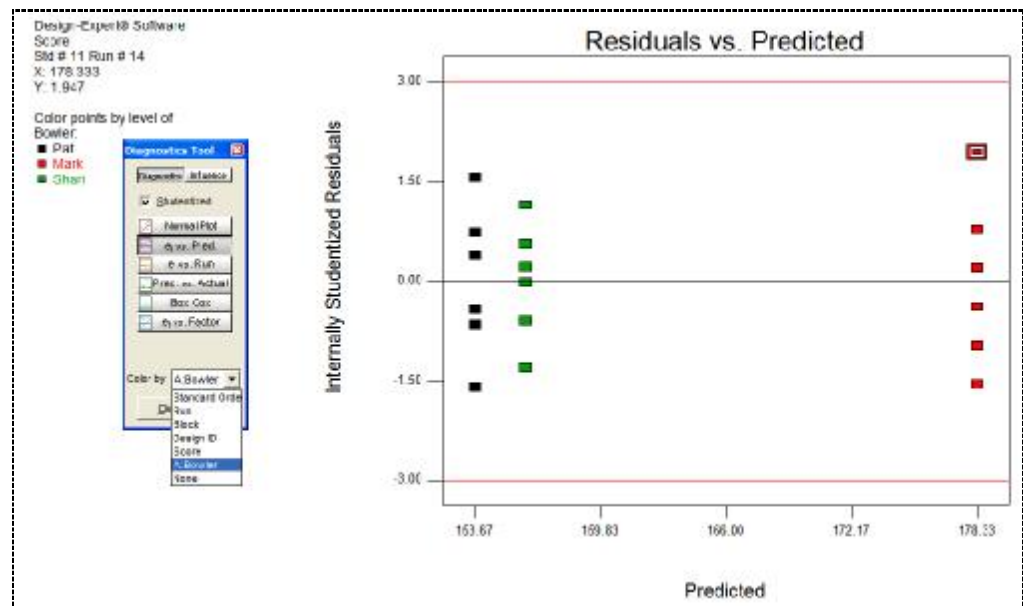
Beachten Sie, dass im Diagnostic Tool „Studentized“ per Voreinstellung angeklickt ist.

Dadurch werden die rohen Residuen, die in den Einheiten der Zielgröße vorliegen (hier Anzahl der Kegel beim Bowling), in eine dimensionslose Zahl umgewandelt. Diese dimensionslose Zahl wird in Einheiten der Standardabweichung auf einer Abweichungsskala vom Modell (plus und minus) angegeben. Weitere Hinweise zum Thema „Studentisieren“ finden Sie in den Hilfetexten. Die rohen Residuen werden abgebildet sobald diese Option im Diagnostic Tool abgeschaltet wird (Häckchen entfernen). Probieren Sie es aus! Falls einzelne Einzelerperimente einen größeren Hebel (Leverage – weiteres dazu finden sie in der Hilfe) aufweisen, helfen nur die studentisierten Residuen bei deren Erkennung und erzeugen eine brauchbare Diagnosegraphik. Falls sich beispielsweise Pat und Shari damit durchsetzen könnten Marks bestes Spiel aus der Auswertung herauszunehmen (Mark wird dies zu verhindern wissen), würden seine verbleibenden 5 Spiele einen Leverage von 0.2 (1/5) bzw. 0.167 (1/6) für die jeweils sechs Spiele der beiden anderen zeigen. Wegen derartiger



unbalanziertheiten in der Auswertung, möchten wir darauf hinweisen das „Studentize“ immer eingeschaltet zu lassen.

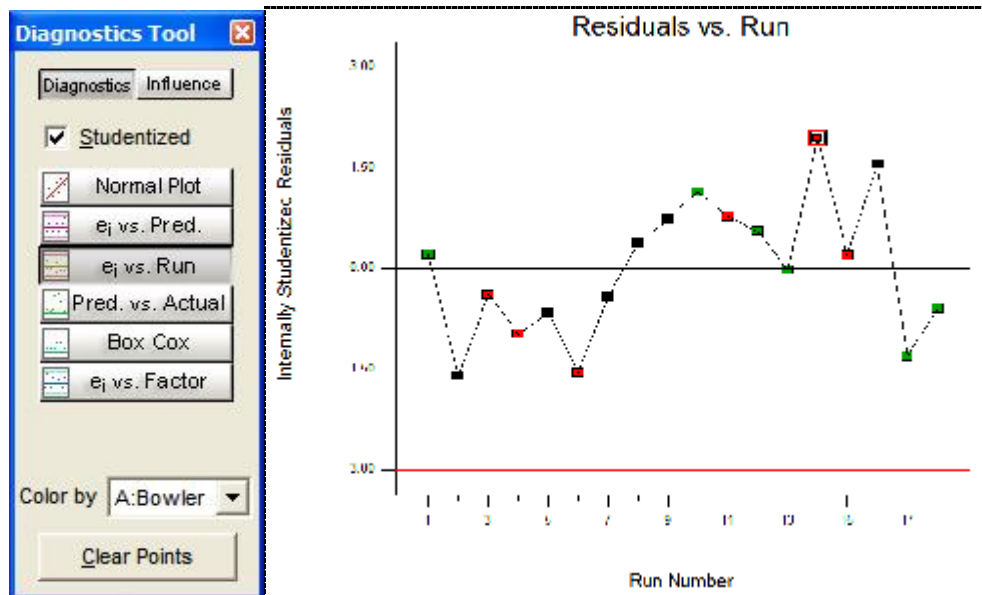
Wählen Sie **e_i vs. Pred.** aus dem **Diagnostics Tool**, um eine Graphik der Residuen jedes einzelnen Spiels (“e_i”) gegen die, aufgrund des angepassten Modells, vorhergesagten Werte zu erstellen. [Hinweis: Angeblich wurden die Residuen ursprünglich von den Statistikern als „Fehler“ bezeichnet aber die Manager konnten nicht verstehen warum so viele Fehler gemacht würden!] Um zu verdeutlichen welche Residuen zu welchem Bowler gehören klicken Sie auf die Liste **Color by** und wählen **A: Bowler**:



Residuen gegen die vorhergesagten Werte mit Farben nach Bowlern

Die Größe der studentisierten Residuen sollte unabhängig von der Größe des vorhergesagten Wertes sein. Mit anderen Worten: Die Streubreite der studentisierten Residuen sollte näherungsweise für jeden Bowler gleich groß sein. In unserem Beispiel sieht die Graphik OK aus. Dabei spielt es keine Rolle das Marks Spiele insgesamt auffällig weit rechts liegen. Die Streuung zwischen dem kleinsten und dem größten Residuum liegt etwa gleichauf mit der Streuung seiner Gegner, ganz unabhängig von deren Protest gegen den höchsten Wert, der noch immer markiert ist.

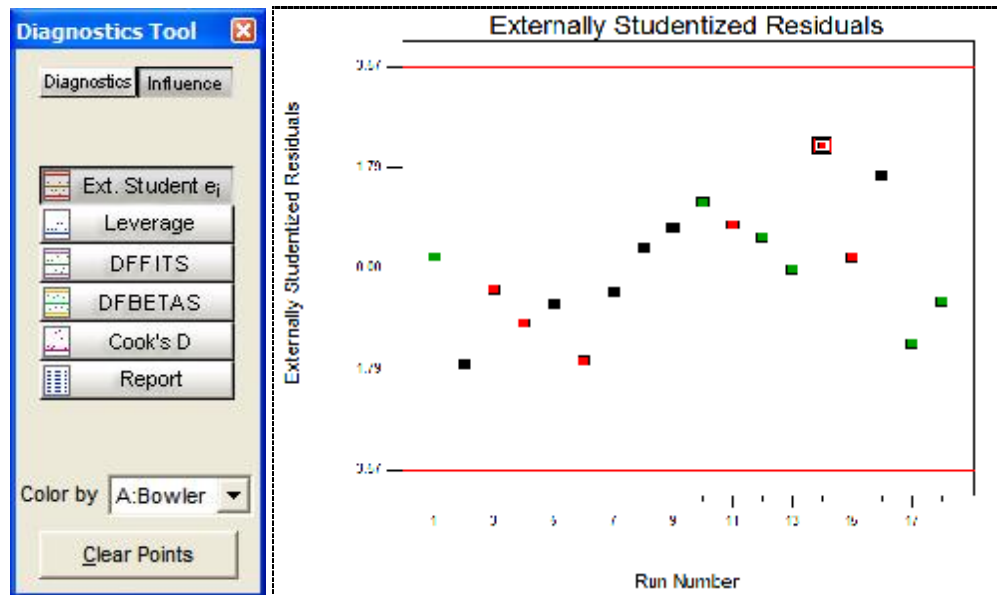
Klicken Sie im **Diagnostics Tool** auf den nächst folgenden Graphen in der Liste – **e_i vs Run** (Residuen gegen die Versuchsnummer -run number).



Residuen gegen die Versuchsnummer (Achtung: Ihre Graphik kann aufgrund der Randomisierung unterschiedlich aussehen)

In diesem Graphen könnten Sie Trends erkennen, die durch Veränderungen in der Zeit an der Versuchsanlage zu erklären wären. Beispielsweise könnten dies Änderungen an der Bowlingbahn, die Ermüdung der Spieler sowie andere unerkannte Veränderungen in der Zeit sein. (Achtung: Ihre Graphik kann von der oben dargestellten aufgrund der anderen Versuchsreihenfolge durch die Randomisierung abweichen, dies ist allerdings irrelevant für die weitere Diskussion). In unserem Beispiel sieht der Graph relativ normal aus. Falls Sie einen deutlichen aufwärts, abwärts oder eine sonstige sprunghafte Änderung erkennen, würde es im Fall eines vollständig randomisierten Experiments, wie in unserem Beispiel, keine Auswirkung auf die Analyse haben. Die Experimente werden unter anderem aus dem Grund randomisiert, um sich gegen Effekte aus unkontrollierten Variablen, die die Auswertungen unbrauchbar machen könnten, zu schützen!

Lassen Sie uns nun im **Diagnostics Tool** der rechten Seite **Influence** zu wenden. Wählen Sie dort **Ext. Student e_i** (Extern Studentisierte Residuen), um einzelne Punkte zu identifizieren die sich von den anderen unterscheiden.



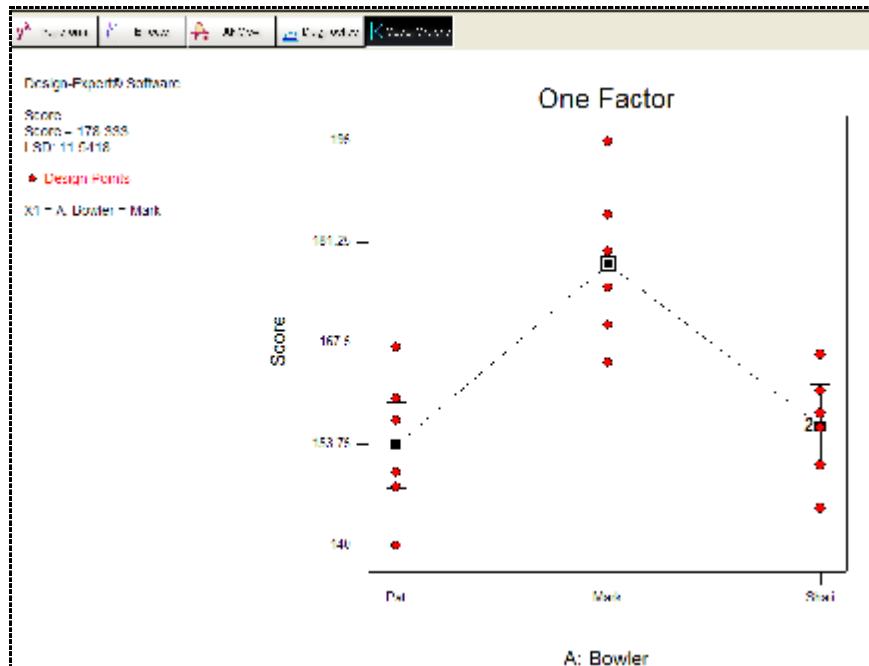
Extern studentisierte Residuen (Achtung: Ihre Graphik kann aufgrund der Randomisierung unterschiedlich aussehen)

Diese Graphik wird auch oft als “Ausreisser t” Graph bezeichnet. Wir suchen nach Punkten, die außerhalb der als rote Linien dargestellten Grenzen liegen. Kurz erläutert unterscheidet sich dieser Graph von dem zuvor dargestellten dadurch, dass das Modell ohne den jeweiligen Datenpunkt gefittet wird und die Abweichung des jeweiligen Punktes von dem vorhergesagten Wert des Modell in Einheiten der Standardabweichung errechnet wird. Weitere Details dazu finden Sie in der Hilfe Funktion von Design Expert. Die Daten unseres Beispiels liegen alle innerhalb der Grenzen, die mit einem Konfidenzniveau von 95% bestimmt wurden. Mit anderen Worten zeigt sich hier das Marks bestes Spiel einfach als normale Streuung interpretiert werden kann, was unterstreicht das es sich nicht um einen Ausreißer handelt!

Da es keinen Hinweis auf Abnormalitäten gibt können Sie nun die Graphik des Modells erstellen und interpretieren. Erst an dieser Stelle erhalten sie eine Einschätzung über den Einfluss, den die drei Bowler auf die Ergebnisse haben. Since there’s no indication of abnormality, it’s OK to move on to the model graph. Damit lässt sich ein Report an Statease erstellen wer die Firma in Zukunft beim Bowling vertreten sollte. Unglücklicherweise kann nur eine Person ausgewählt werden. **L**

Erstellen der Mittelwert (Means) und Daten Plots

Wählen Sie die Registerkarte **Model Graphs** aus der Werkzeugleiste, um eine Graphik aller Daten einschließlich ihrer Mittelwerte je Faktorstufe zu erstellen. Dieser Plot bietet einen schnellen Überblick über die Daten und den Einfluss der Faktorstufen auf Mittelwerte und Streuung der Zielgröße..



Ein Faktor Effekt Graphik mit Marks vorhergesagtem Mittelwert (markiert)

Die Quadrate in diesem Effektplot repräsentieren den vorhergesagten Wert der Zielgröße für die jeweilige Faktorstufe (Bowler). Klicken Sie auf das Quadrat, das Marks Mittelwert darstellt. Design-Expert stellt nun den vorhergesagten Wert dieser Faktorstufe links oben in der Legende als Zahlenwert einschliesslich der Breite des Konfidenzintervalls (LSD) dar. Die vertikalen Fehlerbalken zeigen die eben diese Breite des 95% Konfidenzintervalls. Mark's LSD Fehlerbalken überlappen sich nicht mit den von Pat oder Shari. Dies ermöglicht die Aussage mit einem Vertrauensniveau von mindestens 95% das Mark's Bowlingergebnisse signifikant höher sind als die der beiden anderen Spieler.

Sie können auch auf einen der runden Punkte klicken und Design-Expert zeigt den Datenwert direct an. Probieren Sie's aus!

Da sich die LSD Fehlerbalken von Pat und Shari überlappen kann keine Aussage darüber getroffen werden wer von den beiden der bessere Bowler ist. Es scheint als müssten beide erst ein ganzes Jahr in einer tieferen Bowlingklasse trainieren, um anhand der so gewonnenen großen Datenmenge einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden zeigen zu können.

So, das war's für's Erste. Speichern Sie ihre Ergebnisse mittels **File, Save**. Sie können Design-Expert nun über **Exit** beenden.
Falls Sie möchten können Sie auch direkt im Anschluß das nächste Tutorial bearbeiten.

