



Voraussetzung und verwandte Themen

Für diese Beschreibungen sind Grundlagen der Statistik vorteilhaft. Ein- und weiterführende bzw. verwandte Themen sind:

www.versuchsmethoden.de/Versuchsplanung.pdf

www.versuchsmethoden.de/Multiple_Regression.pdf

Stichworte: Versuchsplanung, DoE, Latin Hypercube, Sampling, LHS, quadratisches Modell, Randomisierung, Software

Einführung

Latin Hypercube Versuchspläne, auch Latin Hypercube Sampling genannt, sind raumfüllende Stichprobenpläne, bei denen jeder Eingangsparameter in gleich große Bereiche aufgeteilt wird und aus jedem Bereich genau ein Punkt gewählt wird. So wird der Parameterraum mit relativ wenigen Versuchen möglichst gleichmäßig abgedeckt, besonders bei vielen Einflussgrößen.

Ziel und Nutzen

Das Ziel bei diesem Versuchsplan ist es, eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Faktorstufen zu erreichen. Die Anzahl der Versuche ist frei wählbar.

Grundlagen

Latin Hypercube Sampling (LHS) teilt den Wertebereich jeder Variable (Faktoren) in gleich große Intervalle auf. Jeder Wert kommt nur einmal vor und wird zufällig verteilt. Dadurch entsteht eine gleichmäßige Abdeckung des gesamten Parameterraums, ohne Lücken oder Häufung, wie das bei einer Prozessdatensimulation mit Normalverteilung der Fall wäre.

Algorithmus-Schritte

- Bestimme die Anzahl der gewünschten Stichprobenpunkte.
Dabei kann die Anzahl wie bei D-Optimal über das gewünschte Regressionsmodell bestimmt werden, z.B. für ein quadratisches Modell mit Wechselwirkungen:
 $n=1+2 \cdot p+(p(p-1)/2\dots$
- Der Bereich jedes Faktors wird in gleich große Intervalle aufgeteilt und das Spalte für Spalte je Faktor.
- Vertausche die Plätze innerhalb jeder Spalte mit einem Zufallsprinzip um die Korrelation zu verringern.

Je nach Algorithmus kann auch eine Optimierung der Korrelation erfolgen, wie es bei Visual-XSel der Fall ist. D.h. Die Verteilung der Punkte wird so optimiert, dass die Korrelation möglichst klein ist, um die Auswertbarkeit zu erhöhen und auch mögliche

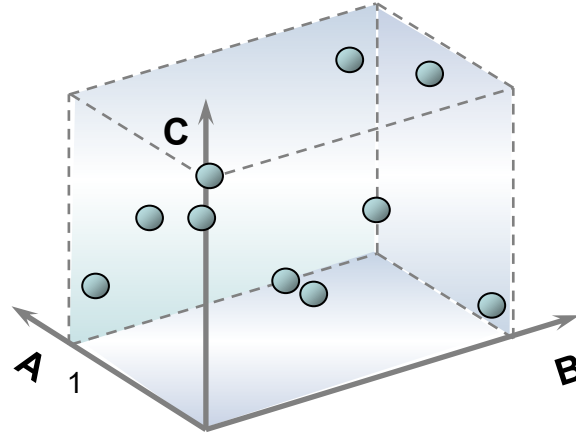
Latin Hypercube Sampling (Versuchspläne)

Wechselwirkung bestimmen zu können. Wie auch beim D-Optimalen Versuchsplan können die Korrelationen aber nicht 0 werden, insbesondere die Wechselwirkungsspalten haben meist eine hohe Korrelation, die aber für die Auswertung noch tragbar ist.

Aufgrund der Aufteilung mit gleichen Abständen ist nicht nur ein quadratisches, sondern ab 4 Zeilen auch ein kubisches Modell möglich, siehe [Multiple-Regression](#).

Ein Versuchsplan mit 3 Faktoren und 10 Versuchen und einen Faktorbereich von jeweils 1 ..10 sieht z.B. folgendermaßen aus:

Nr.	A	B	C
1	8	5	6
2	10	9	2
3	3	6	5
4	5	10	9
5	7	1	7
6	4	7	10
7	9	3	4
8	1	2	3
9	6	4	8
10	2	8	1



Im Gegensatz zu klassischen Versuchsplänen erscheint die räumliche Aufteilung sehr ungeordnet, was durch die Randomisierung der Spalten verursacht wird.

Verglichen mit der [Monte-Carlo-Methode](#) benötigt das LHS-Verfahren wesentlich weniger Rechenzeit und Werte können nicht zufällig mehrfach vorkommen.

Vorteile- und Nachteile von Latin-Hypercube Versuchsplänen

- + Gute Abdeckung des gesamten Versuchsraums.
- + Weniger Experimente als bei vielen klassischen Vollfaktorplänen.
- + Besser geeignet als reine Zufallsstichproben, wenn man eine gleichmäßige Verteilung der Testpunkte will
- + Besonders nützlich für Simulationen, Optimierung und komplexe Modelle.
- Nicht die beste Variante zur Ermittlung von Effekten
- Determinante schlechter als bei D-Optimal
- Keine kategorialen Faktoren möglich
- Jeder neuer Versuchsaufbau ist wegen der Randomisierung immer wieder neu

Software – Literatur – Consulting – Schulungen



Software

Unsere Software **Visual-XSel** ist ein leistungsfähiges Tool für alle wichtigen statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden. Nicht umsonst ist diese Software in vielen großen Firmen im Einsatz – crgraph.de/Referenzen.

Weitere Informationen zum aktuellen Thema finden Sie auf den nächsten Seiten oder unter crgraph.de/Versionen



Eigene Literatur

Unser **Taschenbuch der statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden** beinhaltet weiterführende Themen, z.B. zu Systemanalysen, Weibull- und Zuverlässigkeitsmethoden, Versuchsplanung und Datenauswertung, sowie zur Mess-System-Analyse und Prozessfähigkeit.

Weitere Informationen finden Sie unter crgraph.de/Literatur



Consulting & Schulungen & Six Sigma

Bei unseren Inhouse- oder Online-Schulungen wird die praxisnahe Anwendung von statistischen Methoden vermittelt. Wir haben über 20 Jahre Erfahrung, insbesondere in der Automobilindustrie und unterstützen Sie bei Ihren Problemstellungen, führen Auswertungen für Sie durch, oder erstellen firmenspezifische Auswertevorlagen.

Weitere Informationen finden Sie unter crgraph.de/Schulungen



Hotline

Haben Sie noch Fragen, oder Anregungen? Wir stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Tel. +49 (0)8151-9193638

e-mail: info@crgraph.de

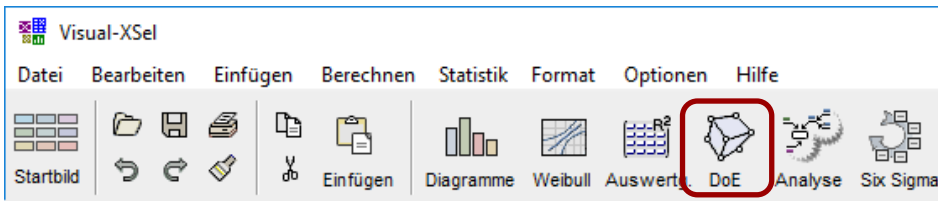
Besuchen Sie uns auf unserer Home-Page: www.crgraph.de

Latin Hypercube Sampling (Versuchspläne)

Anwendung in Visual-XSel

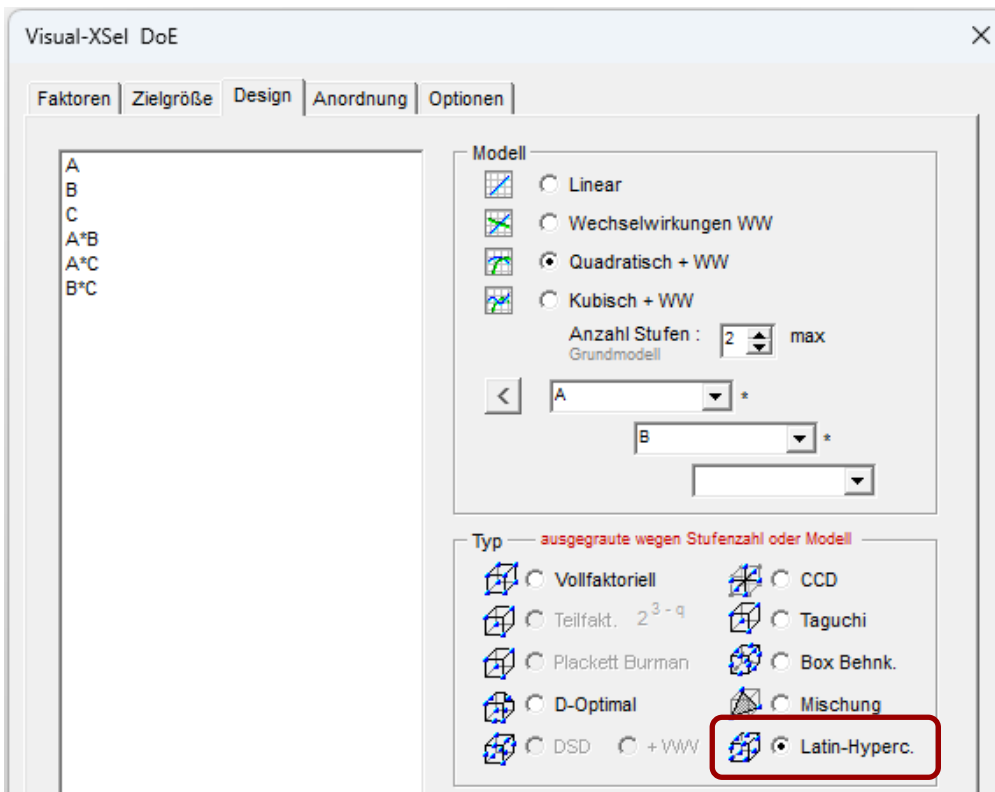
www.crgraph.de

Verwenden Sie für den Einstieg in die Versuchsplanung die Ikone DoE



Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Eingaben finden Sie im hinteren Teil von www.versuchsmethoden.de/Versuchsplanung.pdf

Die Auswahl des Latin-Hypercube Versuchsplanes erfolgt im Reiter Design und ist nur in der Version Visual-XSel 2026 DatExplorer verfügbar:



In der darauffolgenden Tabelle mit dem Versuchsplan sind die Ergebnisse in die Spalte der Zielgröße einzutragen. Die Auswertung erfolgt in der Regel mit der Multiplen Regression. Die weitere Beschreibung hierzu ist:

www.versuchsmethoden.de/Multiple_Regression.pdf