

Design of Experiments

„Blog-Happen“ #25
 -Den „Set-Point“ finden -

DoE-Happen #25: Optimierung –Arbeitspunkte ermitteln.

8. April 2024 / Stefan Moser

💡 Im 25ten DoE-Blog-Happen widmen wir der Mehrgrößenoptimierung mit dem Simplex Verfahren.

Willkommen zurück auf der Entdeckungsreise, liebe DoE-Fans!

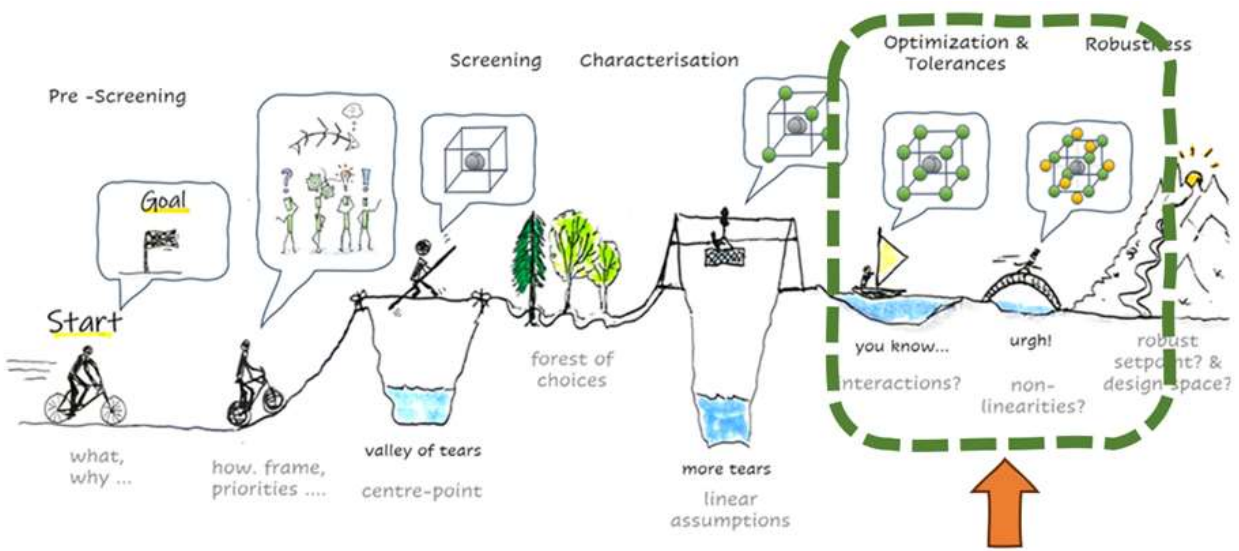


Abbildung 1: Einordnung der Mehrgrößenoptimierung

In unseren bisherigen Abenteuern haben wir uns auf die Suche nach der optimalen Einstellung innerhalb unserer festgelegten Zielvorgaben gemacht.

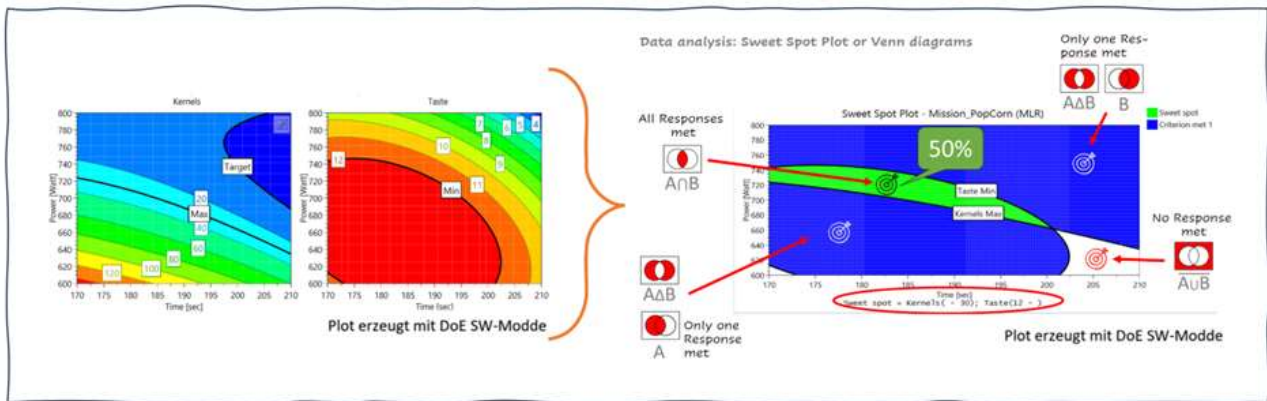


Abbildung 2: Kontur und Sweet-spot-plot

Aspekte zu den Arbeitspunkten

Wir haben das Terrain mit Hilfe von Venn-Diagrammen erkundet und dabei bemerkt, dass die Überlappung der Zielgebiete auf den Konturplots zwar möglich ist, ihre Aussagekraft jedoch mit Bedacht zu genießen ist.

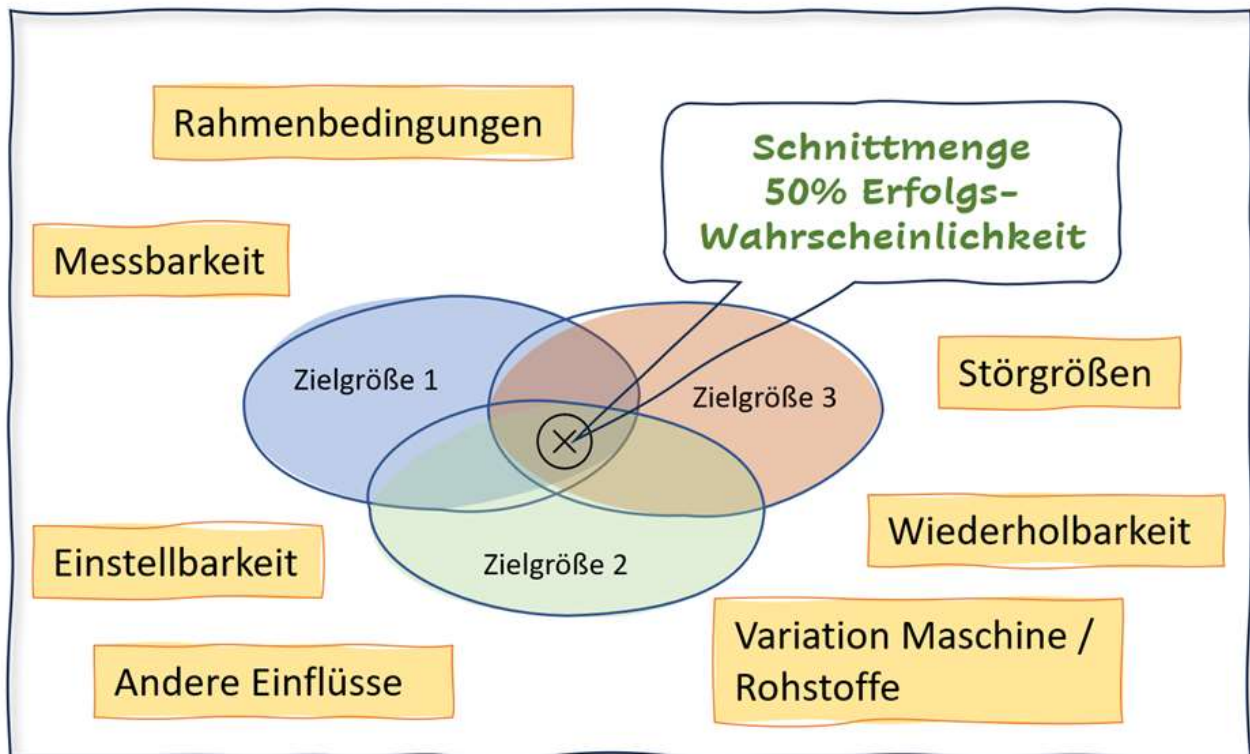


Abbildung 3: Venn Diagramm mit Rahmenbedingungen

Heute nehmen wir uns die Zeit, diesen Punkt genauer zu beleuchten, insbesondere die nuancierte Bedeutung hinter der 50% Wahrscheinlichkeit, die uns bisher begleitet hat.

Es ist an der Zeit, die einzelnen Zielgrößen unter die Lupe zu nehmen:

- Jede Zielgröße wird meist durch vorher festgelegte Rahmen oder durch die Einschätzung eines erfahrenen Teams definiert.
- Die Vorhersagequalität jedes Modells variiert, insbesondere in Bezug auf die Genauigkeit und Streuung eines Zielwertes für eine gegebene Einstellung.

- Die Qualität der Vorhersagen ist nicht nur von den untersuchten Faktoren abhängig, sondern auch von externen Bedingungen wie der Reproduzierbarkeit des Versuchsaufbaus, der Messbarkeit der Ergebnisse und der Variabilität der beteiligten Komponenten.
- Zudem kann die Modellqualität durch nichtlineare, antagonistische oder synergistische Wechselwirkungen zwischen den Faktoren beeinträchtigt werden.

„Leave one Out

Mit dem „Leave one out“-Algorithmus können wir die Vorhersagegüte basierend auf durchgeführten Experimenten abschätzen, was uns hilft zu verstehen, dass nicht alle Zielgrößen gleich gut vorhergesagt werden können. Außerdem variieren die Zielgrößen in ihrer Abhängigkeit von den Faktoren, was die Komplexität weiter erhöht.

Die Herausforderung wird noch größer, wenn unterschiedliche Zielgrößen unterschiedlich gewichtet werden. Kurz gesagt, stehen wir vor einer Situation, in der drei Zielgrößen in verschiedenem Maße von den Faktoren abhängen und die Modelle sich in ihrer Komplexität unterscheiden.

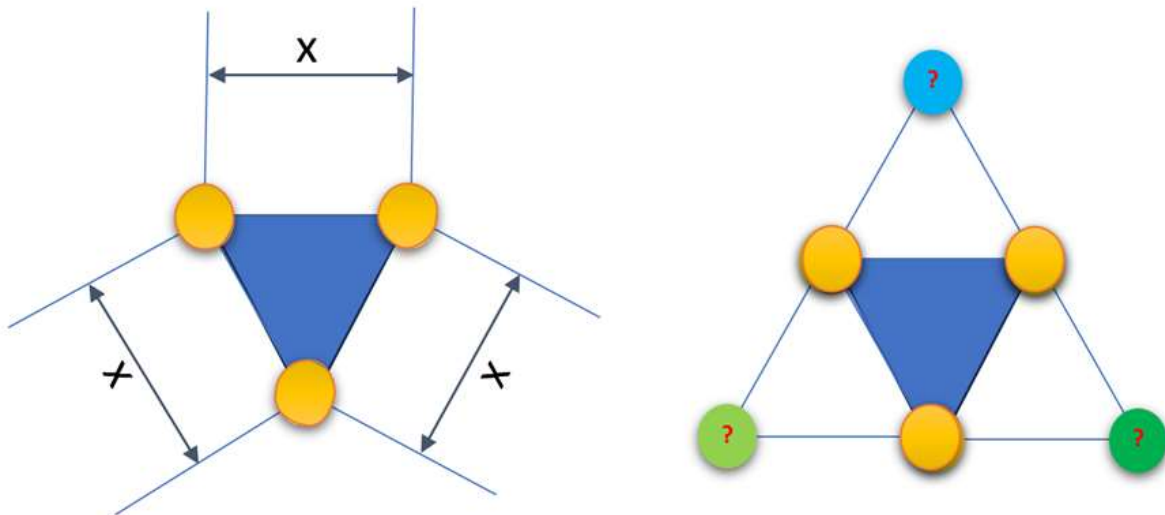


Abbildung 4: Aufbau Simplex für 2-Faktor Optimierungen

Der Simplex Algorithmus

Die Lösung dieser Herausforderungen mit Standardmitteln ist oft nicht einfach. Viele Softwarepakete wie z.B. #Modde setzen hierfür auf evolutionäre Algorithmen oder spezielle Optimierungsverfahren. Als Vertreter dieser Gruppe möchte ich den Simplex-Algorithmus vorstellen, einen flexiblen und anpassungsfähigen Ansatz, der seine mathematische Form je nach Anzahl der Faktoren (Topologie des Versuchsraums) ändert.

(Übrigens wurde dieser [Simplex-Algorithmus von George Dantzig](#) in den 1940er Jahren entwickelt)

Um den Simplex-Algorithmus besser zu verstehen, betrachten wir zunächst ein zweidimensionales Beispiel, bei dem eine Zielgröße von zwei Faktoren abhängt. Hier entspricht das Simplex einem gleichschenkligen Dreieck, das an seinen Seiten gespiegelt werden kann, um dadurch neue Punkte zu bewerten. Die Länge der Seiten definiert die Schrittweite und somit die Genauigkeit der Optimierungsrichtung.

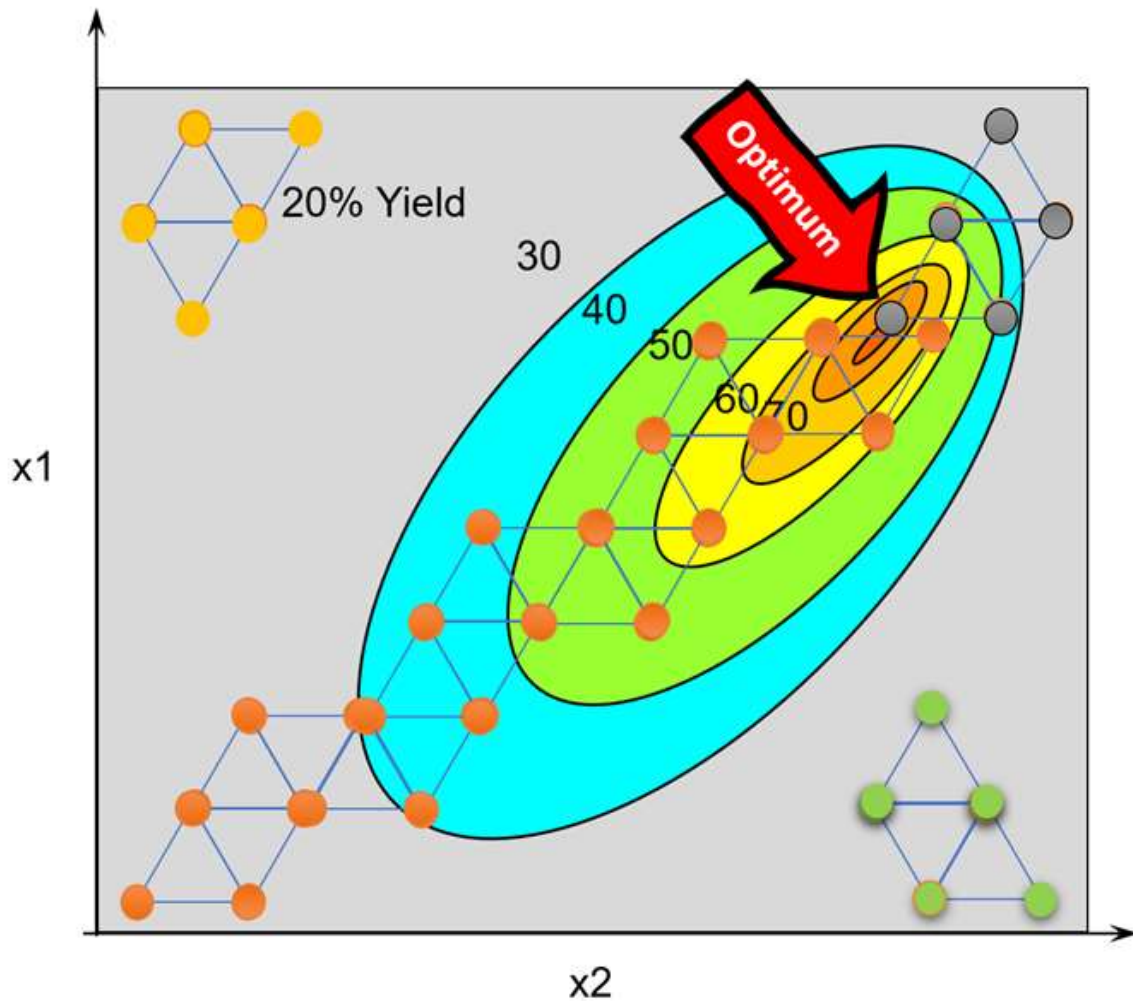


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Simplex Verfahrens

Es ist möglich, dass sich ein Simplex in einem lokalen oder globalen Maximum verirrt. Deshalb ist es sinnvoll, mehrere Simplexe gleichzeitig zu starten, um Irrwege zu vermeiden und die Suche zu optimieren. Die Priorisierung der Zielgrößen beeinflusst die Richtung des Simplex. Durch eine kumulierte Bewertung, die den Abstand zu allen Zielgrößen gewichtet berücksichtigt, kann die Optimierungsrichtung gezielt gesteuert werden.

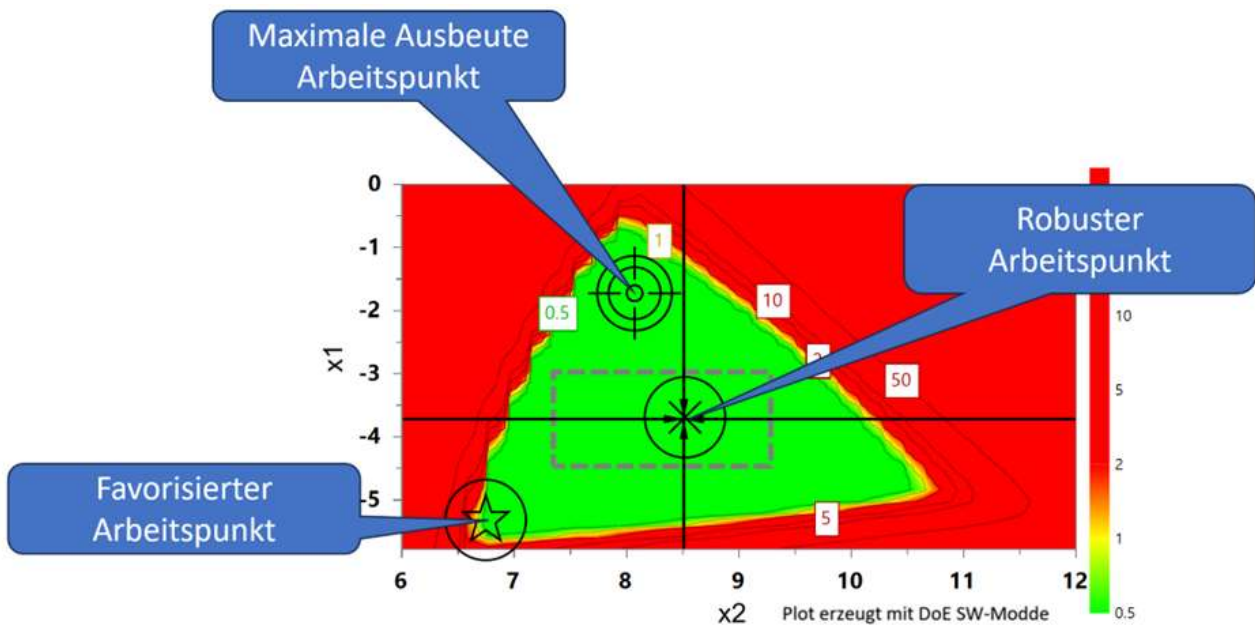


Abbildung 6: Schematische Design Space

Arbeitspunkte du Ihr Fokus

Im voranstehenden Plot sind drei mögliche Arbeitspunkte schematisch eingezeichnet, die mit den bisher besprochenen Techniken noch nicht unterschieden werden können. Daher werden wir uns im nächsten Blog mit der Monte-Carlo-Simulation auseinandersetzen und erforschen, wie wir den für uns besten Arbeitspunkt samt Toleranzen für die Faktoren ableiten können, die zu unserem „robusten“ Optimierungspunkt führen.

Bis dahin, lasst uns die Optimierung als eine fortlaufende Reise betrachten, auf der es stets Neues zu entdecken gibt. Bleibt neugierig und lasst uns gemeinsam die Grenzen des Machbaren erweitern.

Teilen Sie gerne Ihre Gedanken und Erfahrungen mit mir – gemeinsam können wir den Weg zur Optimierung meistern.



☞ Bleiben Sie am Ball! In den kommenden #DoE-Happen vertiefen wir diese und andere Fragestellungen. Bitte teilen Sie Ihre Erfahrungen in den #Kommentaren. Und da dies erst der Beginn unserer Blogreihe ist, können Sie die Themenrichtung mitgestalten. Ich freue mich darauf, von Ihnen zu hören!

🎁 Für regelmäßige Updates besuchen Sie meine Webseite: www.stefan-moser.com, wo Sie eine Übersicht und die Chronologie der Blog-Reihe finden.

Bleiben Sie experimentierfreudig!

Ihr DFSS und DoE Experte

Stefan Moser

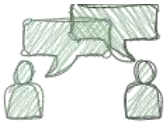
Mein Angebot zur Begleitung und Weiterentwicklung:

Ich biete DoE-Kurse an, die vom Einsteiger- bis zum Masterkurs reichen. Dabei decke ich alle relevanten Bereiche ab: von Fokus-Kursen zu Themen wie Screening, Charakterisierung, Optimierung und Robustheit bis hin zu Spezialkursen zu Mischungs- und Formulierungsdesigns, Stabilität oder spezifischen hierarchischen Designs wie Red Mup.

Neben diesen Kursen unterstütze ich meine Kunden bei der Versuchsplanung – sei es durch gezielte Beratung oder in Form von Troubleshooting oder Workshops. Ich begleite Sie in allen Phasen: von der Problemformulierung und Machbarkeitsstudie über die Optimierung bis zur robusten Absicherung Ihrer Prozesse.

Neben meinem Lieblingsthema DoE biete ich auch Kurse in den Bereichen MVDA, DFSS und QFD an. Hier unterstütze ich unter anderem die Ausbildung zum DFSS-Manager in den Stufen Yellow, Green und Black Belt. Diese Kurse realisiere ich in Zusammenarbeit mit meinen Partnern.

Wenn Sie Ihre Prozesse und Methoden auf das nächste Level bringen möchten, finden wir gemeinsam die passende Lösung!



Wenn Sie dazu mehr erfahren möchten, So finden Sie diese Hinweise auf meiner Webseite. www-stefan-moser.com

Gerne können Sie mich auch direkt anschreiben unter info@stefan-moser.com