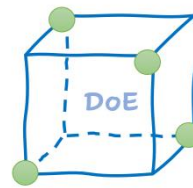



 MOSER STEFAN
 PROCESS
 OPTIMIZATION

 Quality by Design -
 Design of Experiments

„Blog“

 DoE-Happen #39 –
 DoE oder KI?


DoE vs. KI: Wann ist welcher Ansatz der Richtige?

📅 20. Feb. 2025 / 🍌 Stefan Moser

Willkommen zurück, liebe DoE-Enthusiasten!

In den letzten Wochen war ich wieder auf zwei spannenden Fortbildungen unterwegs und durfte zu den Themen „DoE – Idee und Realität“ (Spritzguss-Jahrestagung) sowie „Partikelcharakterisierung und Prozessdaten“ (Kooperationsseminar von Anton Paar und der TU Dresden) beitragen.

Beide Veranstaltungen hatten eine zentrale Frage gemeinsam: **Wie können wir Prozess- und Qualitätsdaten besser nutzen, um unsere Abläufe gezielt zu optimieren?**

Ob für die Ansätze im Troubleshooting, präventive Wartung, Anomalie- & Trend Erkennung oder Clusteranalysen – die dominante Antwort war stets KI. Es scheint, als wäre maschinelles Lernen die ultimative Lösung für jede Herausforderung. Doch ist das wirklich so? Ich möchte einen Blick darauf werfen, warum der klassische **Design of Experiments (DoE)-Ansatz** oft unterschätzt wird und wo **KI** tatsächlich ihre Stärken ausspielen kann.

KI vs. DoE – Ein Missverständnis der Methodik?

In vielen Vorträgen wurde DoE als ein Verfahren dargestellt, das zwangsläufig mehr Daten benötigt, potenziellen Ausschuss verursacht und die Produktivität bzw. Produktion unnötig lange aufhält. → Doch das ist meiner Meinung nach jedoch eine Fehlinterpretation!

Was stützt diese Annahme? Oder besser: Wo kommt sie her?

Damit **Design of Experiments (DoE)** zielführend eingesetzt werden kann, braucht es eine **klare Problemformulierung, ein strukturiertes Vorgehen und zumindest grundlegendes Vorwissen** über den Prozess. Nur so lassen sich die entscheidenden Einflussfaktoren identifizieren und ihr Variationsbereich sinnvoll eingrenzen, sodass die Ergebnisse **messbar und bewertbar** werden.

Gerade bei völlig neuen Prozessen ist diese Voraussetzung jedoch oft nicht gegeben. In solchen Fällen hilft es, mit **wenigen, gezielt geplanten Versuchen** zunächst die relevanten Faktoren zu selektieren und deren Variation systematisch einzugrenzen.

Ein bewährtes Vorgehen dabei ist die **schrittweise**

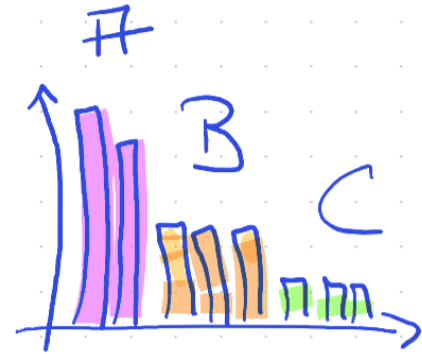
Reduktion der Einflussgrößen:

Identifikation der "A"-Faktoren

- Diese Hauptfaktoren haben den größten Einfluss auf die Zielgrößen. Sobald sie in einem stabilen Bereich eingestellt sind, können sie als Fixpunkte dienen.

Analyse der "B"-Faktoren

- Diese Variablen zeigen erst dann einen messbaren Effekt, wenn die "A"-Faktoren korrekt eingestellt oder im richtigen Bereich fixiert wurden, um in der nächsten Phase mit weniger Faktoren den Aufwand deutlich zu minimieren. Dies ermöglicht meist schon eine **Modellierung des Prozesses**.



Untersuchung der "C"-Faktoren

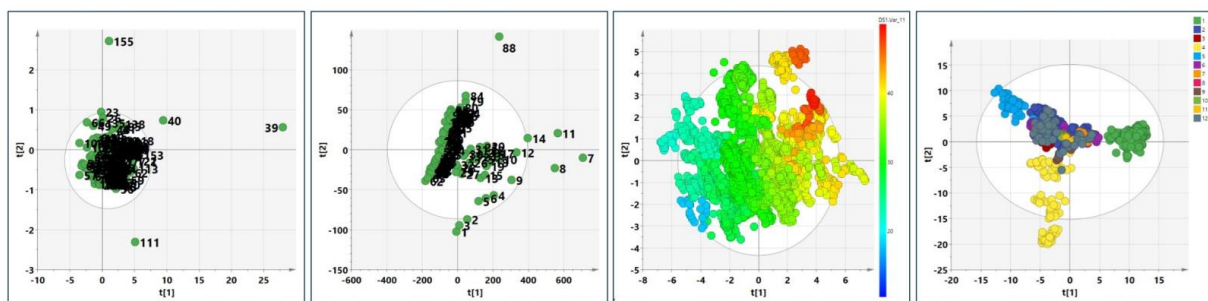
- Sobald der Prozess modelliert ist, können weitere Optimierungen durch weniger einflussreiche Faktoren erfolgen. Stellen Sie sich die C-Faktoren wie eine Art „Doping“ vor – ohne eine solide Grundeinstellung des Prozesses lassen sich ihre Effekte weder zuverlässig beschreiben noch gezielt nutzen.

Mit anderen Worten: Es braucht einen systematischen Aufbau der Versuche, den ich gerne mit folgenden Schlüsselphasen beschreibe:

- **Pre-Screening** → Identifikation relevanter Faktoren.
- **Screening** → Ermittlung sinnvoller Variationsbereiche.
- **Optimierung** → Detaillierte Untersuchung der Haupteinflussgrößen
- **Robustheit** → Validierung unter realen Bedingungen.

Je nach vorhandenem Wissen und den Anforderungen Ihrer Optimierungs- oder Entwicklungsaufgabe ist auch ein **Quereinstieg** in diese verschiedenen Bereiche der DoE möglich.

Wo KI punktet – und wo nicht



**Outlier
detection**

Anomalies

**Trend
detection**

Drifts

**Pattern
Detection**

Variable Effects

**Cluster
Detection**

Raw-Mat. Variances

Im Gegensatz zu DoE arbeitet KI meist mit großen Datenmengen oder mit einer kleineren, aber qualitativ hochwertigen Datenbasis. Diese Daten werden im laufenden Prozess erfasst, ergänzt und gegebenenfalls verfeinert, um sie für weiteres Training und Optimierung der Modelle zu nutzen.

Das kann Vorteile haben:

- ✓ Erkennen von Trends, Mustern und Anomalien
- ✓ Implementierbare dynamische, lernende Verfahren
- ✓ Langfristige Überwachung von Prozessdaten

Aber KI stößt auch an Grenzen:

- ✗ Unabhängige Variation fehlt – daher keine echte Ursachenanalyse
- ✗ Vorhersagen beruhen nur auf bestehenden Daten – kein Blick über den Tellerrand
- ✗ Trainierte Modelle sind oft nur in einem engen Bereich zuverlässig

Besonders kritisch: Wenn Daten stets unter ähnlichen Bedingungen erfasst werden, erkennt die KI zwar Abweichungen, kann aber aufgrund der sehr ähnlichen Prozessführung keine Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ableiten.

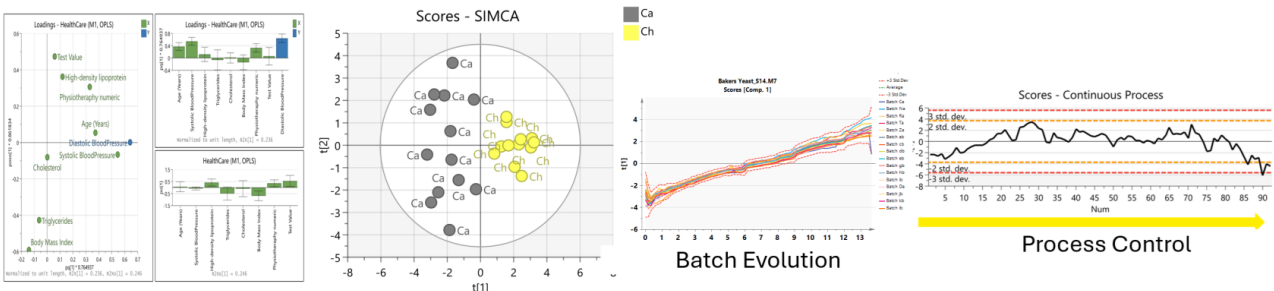
👉 Wer also **Prozesse gezielt optimieren** will, muss auch bewusst neue Einflussgrößen **systematisch und unabhängig variieren können** – und genau hier spielt DoE seine Stärken aus!

Die Zukunft: DoE & KI intelligent kombinieren!

Anstatt KI und DoE als Gegensätze zu betrachten, sollten wir sie kombinieren:

🚀 **So könnte es funktionieren:**

PLS / OPLS



Y=f(x)

Differentiating

Evolution / Time / Maturity

Control

- KI erkennt eine Qualitätsabweichung und gibt eine Warnung aus.
- DoE-Experimente analysieren gezielt die Ursachen und identifizieren konkrete Stellschrauben.

- Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in das KI-Modell ein, das dadurch optimiert, verfeinert und angepasst werden kann.
- KI überwacht die neuen Prozessparameter kontinuierlich und trägt so zur langfristigen Stabilität bei.

💡 **Mein Learning hierzu:** Wird der erfahrene Mitarbeiter in den Prozess eingebunden und bewertet die von der KI erkannten Auffälligkeiten anhand gezielter Vorschläge, lassen sich Abweichungen deutlich besser den tatsächlichen Ursachen oder spezifischen Einflussfaktoren zuordnen. Das schafft wertvollen Freiraum, um Prozessänderungen frühzeitig und gezielt mit DoE zu validieren und optimal umzusetzen. So entstehen **adaptive Prozesse**, die sich kontinuierlich verbessern – auf Basis **datengetriebener, nachvollziehbarer und fundierter Entscheidungen**.

Fazit: Kein Entweder-Oder, sondern das Beste aus beiden Welten!

🎯 **KI ist ideal für die Prozessüberwachung und Anomalieerkennung.**

🎯 **DoE ist unverzichtbar für eine systematische Ursachenanalyse und gezielte Prozessoptimierung.**

Wer beide Methoden gezielt kombiniert, kann seine Prozesse **effizienter, robuster und nachhaltiger gestalten**.

- ♦ **Wie setzen Sie DoE oder KI bereits ein?**
- ♦ **Haben Sie Erfahrungen mit der Kombination beider Ansätze?**

Lassen Sie uns darüber diskutieren! 🚀💡

Blieben Sie experimentierfreudig und neugierig!



💬 **Blieben Sie am Ball!** In den kommenden #DoE-Happen vertiefen wir diese und andere Fragestellungen. Bitte teilen Sie Ihre Erfahrungen z.B. bei LinkedIn in den #Kommentaren. Sie 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.

Ihr DFSS & DoE Trainer,

Stefan Moser

DFSS-Proj.-mgmt. Trainer, DoE & MVDA Lecturer, Trainer, Facilitator, Specialist SIMCA, MODDE, Impulse-Geber

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