

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Statistische Versuchsplanung – Wahnsinn mit Methode? .....</b>	<b>11</b>
1.1	Herausforderungen und Erfolgsfaktoren moderner Forschung und Entwicklung.....	11
1.2	Ein typisches Experiment aus der Lackentwicklung .....	13
1.3	Parameter, Niveaus, etc. – einige Vokabeln zu Beginn.....	14
1.4	Klassisches Vorgehen und seine Grenzen.....	16
1.4.1	Herkömmliche Methoden – gegensätzlicher geht es nicht .....	16
1.4.2	Die Grenzen des klassischen Vorgehens .....	18
1.4.2.1	Versuchsanzahl bei vielen Variablen .....	18
1.4.2.2	Nichtlineare Effekte .....	19
1.4.2.3	Sie wünschen, wir spielen – Mehrzieloptimierung .....	22
1.4.2.4	Erkenntnisgewinn zu langsam.....	23
1.5	Versuchsplanung – was ist das?.....	24
1.5.1	Versuchsplan und Haupteffekte .....	24

---

1.5.2	Wechselwirkungen.....	27
1.6	Wo ist die Statistik?.....	29
1.7	Modelle – Bilder der Realität.....	33
1.8	Möglichkeiten und Grenzen .....	40
1.9	Ein paar Daten zur Geschichte der Versuchsplanung.....	41
1.10	Literatur .....	41
<b>2</b>	<b>Planung – Viel hilft viel .....</b>	<b>43</b>
2.1	Das sollte ein Versuchsplan leisten – allgemeine Grundsätze.....	43
2.1.1	Überwinden experimenteller Fehler – identische Wiederholung .....	44
2.1.2	Überwindung von Tendenzen – zufällige Anordnung in Blöcken .....	45
2.1.3	Normieren, Zentrieren und Orthogonalisieren .....	46
2.2	Vollfaktorielle Versuchspläne – das Herzstück .....	48
2.2.1	Zwei Stufen, zwei Faktoren – $2^2$ -Plan.....	48
2.2.2	Zwei Stufen, drei Faktoren – $2^3$ -Plan.....	49
	Beispiel: Einflussfaktoren auf die Strukturviskosität eines wässrigen Pigmentlacks.....	50
2.2.3	Mehrfaktorielle Pläne auf zwei Stufen – $2^k$ -Pläne.....	55
2.2.4	Faktorielle Pläne mit Zentralpunkt.....	56
2.3	Teilstuf faktorielle Versuchspläne – die Spreu vom Weizen trennen .....	56
2.3.1	Grundprinzip der Reduktion .....	56
	Beispiel: Einfluss von zwei Verdickern auf die Strukturviskosität eines wässrigen, pigmentierten Lacks .....	59
2.3.2	Blockbildung – idealer Fall für den $2^{4+1}$ -Plan .....	60
	Beispiel: Stabilität eines Biozids in einem Lack.....	60
2.3.3	Arten teilstuf faktorieller Pläne .....	62
2.3.4	Placket-Burmann-Versuchspläne .....	63
2.3.5	Abschließendes Beispiel Farbmetrik eines Basislacks – $2^{6+1}$ -teilstuf faktorieller Plan .....	63
2.4	Versuchspläne für nichtlineare Effekte.....	67
2.4.1	Zentral zusammengesetzte Pläne.....	67
	Beispiel: Minimieren der Schichtdicke eines Basislacks .....	69
2.4.2	Mehrstufige Pläne.....	71
2.4.3	Gemischte Pläne.....	71
	Beispiel: Optimaler Verlauf eines Klarlacks .....	72
2.4.4	Box-Behnken-Pläne.....	75
2.4.5	D-optimale Pläne – die eierlegende Wollmilchsau .....	76
2.5	Mischungspläne – ein weites Feld .....	76
	Beispiel: Optimieren der Haftung eines Basislacks .....	79
2.6	Qualitative Größen.....	80
	Beispiel: Blockfestigkeit eines Klarlacks in Abhängigkeit der Koaleszenzmittelzusammensetzung .....	80
2.7	Literatur .....	82
<b>3</b>	<b>Auswertung – Aus Nichts folgt Nichts .....</b>	<b>83</b>
3.1	Vertrauensbereiche – wo liegen die Grenzen? .....	84
3.2	Regression – das beste Modell.....	84

---

3.2.1	Grundlagen.....	84
3.2.2	Beispiel Härterbestimmung mit Hilfe der DSC.....	87
3.3	Residuenanalyse – was sagen mir Abweichungen?.....	89
	Beispiel: Modellbildung – Trocknung Wasserlack .....	89
	Beispiel: Creme- und Fettbeständigkeit eines 2K-Decklacks .....	90
3.4	Varianzanalyse – wie sicher kann ich mir sein? .....	92
3.4.1	Einführung.....	92
	Beispiel: Veränderung der Strukturviskosität eines wässrigen Pigmentlacks.....	93
3.4.2	Beispiel: Farbmetrik eines Basislacks - ANOVA .....	99
3.5	Mehrzieloptimierung.....	101
	Beispiel: Optimieren von Blockfestigkeit und Verfilmung in einem Klarlack .....	101
	Beispiel: Optimieren einer Dispersionsfarbe.....	103
3.6	Optimierungsstrategien - wie mache ich es besser? .....	107
	Methode des steilsten Anstiegs.....	107
	EVOP-Methode (Evolutionary Operations) .....	108
	Simplex-Methode.....	109
3.7	Robuste Prozesse und Produkte .....	109
	Beispiel: Verlaufsstörung bei einem pigmentierten Basislack .....	110
3.8	Literatur .....	113
<b>4</b>	<b>DoE-Software – das Rad nicht neu erfinden.....</b>	<b>115</b>
<b>Anhang 1 – Präzision und Richtigkeit.....</b>	<b>117</b>	
<b>Anhang 2 – Lage- und Streumaße.....</b>	<b>119</b>	
Beispiel: pH-Wert einer Kalkfarbe .....	120	
<b>Anhang 3 – Normalverteilungskurve .....</b>	<b>121</b>	
<b>Anhang 4 – Vertrauensintervall .....</b>	<b>123</b>	
Beispiel: pH-Wert einer Kalkfarbe – Fortsetzung .....	124	
<b>Anhang 5 – Behauptungen, Tests und Schlussfolgerungen – der statistische Test .....</b>	<b>125</b>	
P-Wert .....	127	
Beispiel: Vergleich zweier Standardabweichungen: .....	129	
Literatur .....	129	
<b>Anhang 6 – Allgemeine Literaturempfehlung.....</b>	<b>131</b>	
Allgemeine Literatur – deutsch.....	131	
Allgemeine Literatur – englisch.....	131	
<b>Danksagung .....</b>	<b>132</b>	
<b>Lebenslauf .....</b>	<b>133</b>	
<b>Index .....</b>	<b>134</b>	