

Inhaltsverzeichnis

1	Statistische Versuchsplanung – Wahnsinn mit Methode?	11
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
2	Planung – Viel hilft viel	43
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	Teilfaktorielle 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^{t-1} -Plan	60
	Beispiel: Stabilität eines Biozids in einem Lack.....	60
2.3.3	Arten teilfaktorieller Pläne	62
2.3.4	Placket-Burmann-Versuchspläne	63
2.3.5	Abschließendes Beispiel Farbmeterik eines Basislacks – 2^{6-1} -teilmfaktorieller 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
3	Auswertung – Aus Nichts folgt Nichts	83
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
4	DoE-Software – das Rad nicht neu erfinden.....	115
Anhang 1	– Präzision und Richtigkeit.....	117
Anhang 2	– Lage- und Streumaße.....	119
	Beispiel: pH-Wert einer Kalkfarbe	120
Anhang 3	– Normalverteilungskurve	121
Anhang 4	– Vertrauensintervall	123
	Beispiel: pH-Wert einer Kalkfarbe - Fortsetzung	124
Anhang 5	– Behauptungen, Tests und Schlussfolgerungen – der statistische Test	125
	P-Wert.....	127
	Beispiel: Vergleich zweier Standardabweichungen:	129
	Literatur	129
Anhang 6	– Allgemeine Literaturempfehlung.....	131
	Allgemeine Literatur - deutsch	131
	Allgemeine Literatur - englisch.....	131
	Danksagung	132
	Lebenslauf	133
	Index.....	134