

Inhaltsverzeichnis

0 Formelzeichen und Abkürzungen 12

1 Einleitung 15

2 Problemstellung 17

2.1 Produktentstehungsprozeß 17

2.2 Anwendungsfeld der Arbeit 19

2.3 Gestaltabweichungen und Streuungen eines Produktes 20

2.4 Probleme durch Gestaltabweichungen und Streuungen 22

2.5 Maßnahmen zur Minimierung von Gestaltabweichungen und Streuungen 23

3 Zielsetzung und Vorgehensweise 25

3.1 Zielvorstellung bezüglich der Minimierung von Gestaltabweichungen und Streuungen 25

3.2 Weitere Vorgehensweise 27

4 Stand der Forschung und Technik 29

4.1 Elemente der Formsicherung 29

4.2 Maßnahmen der präventiven Qualitätssicherung 31

4.2.1 Grundlagen und Methodenüberblick 31

4.2.2 Methoden der Versuchsplanung nach TAGUCHI 33

4.2.3 Methoden der Versuchsplanung nach SHAININ 35

4.2.4 Ablauf der Versuchsplanung nach BOTHE mit Methoden von SHAININ 38

4.2.5 Ablauf der Versuchsplanung nach KROTTMAIER mit Methoden von SHAININ und TAGUCHI 38

4.3 EDV–Schnittstellen in der Formsicherung 41

4.4 CAD–integrierte Prüfplanung 42

4.5 CAD–integrierte Off–line Programmierung	43
4.6 Meß– und Prüfmethoden der Formsicherung	44
4.6.1 Taktile Koordinatenmeßtechnik zur Erfassung regelgeometrischer Elemente und Freiformflächen	44
4.6.2 Berührungslose Meßverfahren zur Erfassung von Freiformflächen ..	45
4.7 Numerische, graphische und statistische Auswertungen	47
4.8 Qualitätsregelkreise in der Formsicherung	49
4.9 Selektive Montage	50
4.10 Offene Problempunkte	51
4.10.1 Funktionsorientierte Bewertung von Gestaltabweichungen	52
4.10.2 Streuungen der Form von Serienteilen	52
5 Anforderungsprofil an die Formsicherung	53
5.1 Anforderungen an das Gesamtkonzept	53
5.2 Anforderungen an die Minimierung von Gestaltabweichungen	54
5.3 Anforderungen an die Minimierung von Streuungen	55
6 Modell der Formsicherung	56
6.1 Ablauf der Formsicherung	56
6.2 Bausteine zur Minimierung von Gestaltabweichungen und Streuungen ..	59
6.2.1 Algorithmen zur Minimierung von Gestaltabweichungen	59
6.2.2 Ablauf zur Minimierung von Streuungen	60
6.3 Datenstruktur und Schnittstellen	60
6.4 Mathematische Lösungen zur Minimierung von Gestaltabweichungen ...	62
6.4.1 Lösung zur Minimierung von Gestaltabweichungen unter geometrischen Gesichtspunkten	62
6.4.1.1 Lösungen der Minimierungsaufgabe	64
6.4.1.2 Das nichtlineare Ausgleichsproblem	65
6.4.1.3 Anfangswerte des Minimierungsverfahrens	67
6.4.1.4 Ablauf zur Minimierung geometrischer Abweichungen	68
6.4.2 Lösung zur Minimierung von Gestaltabweichungen unter verformungstechnischen Gesichtspunkten	68

6.4.3 Lösung zur Minimierung von Gestaltabweichungen unter funktionalen Gesichtspunkten	70
6.4.3.1 Rahmenbedingungen	70
6.4.3.2 Lösung zur Minimierung funktionaler Abweichungen	71
6.4.3.3 Erläuterungen zum Algorithmus	73
6.4.3.4 Ablauf zur Minimierung funktionaler Abweichungen	76
6.5 Modell zur Minimierung von Streuungen in der Serienfertigung	77
6.5.1 Ablauf zur Streuungsminimierung	77
6.5.2 Phase der Problemdefinition	79
6.5.3 Phase der Analyse	80
6.5.4 Phase der Variation	83
6.5.5 Phase der Synthese	85
7 Bewertung der Erkenntnisse	87
7.1 Anwendung der Algorithmen zur Minimierung von Gestaltabweichungen	87
7.1.1 Darstellung der funktionsorientierten Einpassung am Beispiel eines Quaders	88
7.1.2 Bemusterung eines Einzelteils	92
7.1.3 Analyse im Karosserie–Rohbau	95
7.1.4 Hilfsmittel zur Flächenrückführung	100
7.2 Anwendungen des Ablaufs zur Minimierung von Streuungen	103
7.2.1 Fallbeispiel aus dem Rohbau	104
7.2.2 Fallbeispiel Türinnenverkleidung	105
7.3 Erfüllungsgrad der Anforderungen	110
7.3.1 Gesamtkonzept	110
7.3.2 Minimierung von Gestaltabweichungen	111
7.3.3 Minimierung von Streuungen	112
8 Zusammenfassung	113
9 Schrifttum	115
10 Glossar	120