

Bernd Bertsche · Hans-Jörg Bullinger (Hrsg.)

Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte – Rapid Prototyping

Grundlagen, Rahmenbedingungen
und Realisierung

Unter Mitarbeit von Heiko Graf
sowie Thorsten Rogowski und Joachim Warschat

mit 240 Abbildungen

 Springer

Inhalt

1 Einleitung	1
1.1 Übersicht über den Sonderforschungsbereich 374	1
1.1.1 Ziele	1
1.1.2 Überblick	2
1.1.3 Prototypen im RPD.....	6
1.1.4 IT Unterstützung im RPD.....	11
1.1.5 Sfb 374 - Aufbau und Wissenswertes.....	19
1.2 Integrationsszenario.....	23
1.2.1 Grundlegende Verbesserungen.....	26
1.2.2 Integration der Teilprojekte am Beispiel eines Pkw-Cockpits	27
2 Organisation und Wissenskooperation	33
2.1 Merkmale des Rapid Product Development.....	33
2.2 Anforderungen an Produktentwicklungsteams.....	34
2.2.1 Innovationsanforderungen	34
2.2.2 Komplexitätsanforderungen	35
2.2.3 Kooperationsanforderungen	38
2.3 Planungsmethoden innovativer Produkte in dezentralen Teams ...	40
2.3.1 Grenzen einer formalen Planung für das Rapid Product Development.....	40
2.3.2 Potenziale der evolutionären Planung für das Rapid Product Development.....	41
2.3.3 Kompetenzmanagement zur Unterstützung einer evolutionären Planung für das RPD	44
2.3.4 Das entwicklungsfähige Projektplanungssystem für das RPD	47
2.3.5 Zusammenfassung und Ausblick.....	68
2.4 Wissensintensive Kooperationsprozesse bei der Entwicklung innovativer Produkte	70

2.4.1 Ausgangssituation.....	70
2.4.2 Modellentwicklung und Ableitung von Unterstützungsinstrumenten zur Wissensintegration im RPD.	76
2.4.3 Ergebnis der Modellentwicklung zur Wissensintegration.....	78
2.4.4 Ergebnisse der Analyse von Kooperationskonstellationen im Produktentwicklungsprozess (Studie 1)	82
2.4.5 Ergebnisse der Untersuchung von Kooperationsanforderungen im Produktentwicklungsprozess (Studie 2)	88
2.4.6 Handlungsempfehlungen aus Studie 1 und 2.....	93
2.4.7 Ergebnisse der Untersuchung von Auswirkungen fachlicher Teamheterogenität (Studie 3)	94
2.4.8 Handlungsempfehlungen zur Wissensintegration aus Studie 3.....	106
2.4.9 Umsetzung der Ergebnisse aus den Studien in Unterstützungsinstrumente	108
2.4.10 Ausblick.....	110
2.4.11 Zusammenfassung	112
Literatur	114

3 Vernetztes Wissen für die interaktive Entwicklung

von Prototypen	123
3.1 Vernetztes Entwicklungswissen durchgehend nutzen	127
3.2 Aktives Semantisches Konstruktions- und Zuverlässigkeitsnetz .	130
3.2.1 Semantische Vernetzung	135
3.2.2 CAD – Datenaustausch.....	136
3.2.3 Integration der Produktkostenüberwachung	138
3.2.4 Integration der qualitativen und quantitativen Zuverlässigkeitsanalyse	139
3.2.5 Anwendungsbeispiele.....	146
3.2.7 Zusammenfassung	158
3.3 Qualitätsmanagement im Rapid Prototyping.....	159
3.3.1 Frühe Phasen – Prognose und Merkmalsextraktion	161
3.2.2 Methoden der Risikoanalyse in der Produktkonfiguration....	167
3.2.3 Verfahren und Methoden der Prozessüberwachung	172
3.2.4 Systemfeedback – Umfassendes Qualitätsmanagement mit material- und prozessimmanenten Informationen.....	176
3.3.5 Zusammenfassung	183
3.4 Kostenmanagement im Prozess des Rapid Prototyping	184
3.4.1 Überblick über das Forschungsprojekt.....	184
3.4.2 Ergebnisse und ihre Bedeutung	185
Literatur	199

4 Wissensrepräsentation und Kommunikation

(RPD-IT-Infrastruktur)	205
4.1 Ganzheitliche Modelle zur Repräsentation aktiven Wissens	209
4.1.1 Einleitung	209
4.1.2 Problemstellung	210
4.1.3 Meilensteine der Entwicklung, Stufe 1 – ASN, Metamodell, ECA	210
4.1.4 Meilensteine der Entwicklung, Stufe 2 – Verteiltes Objektmanagement, Slot-Dämon, Transaktionskonzept	212
4.1.5 Meilensteine der Entwicklung - Stufe 3	214
4.1.6 Ergebnisse und ihre Bedeutung	223
4.1.7 Zusammenfassung der Ergebnisse	234
4.1.8 Offene Fragen und Ausblick	236
4.2 Agentenbasierte Middleware als Integrationsplattform für aktive Wissenskommunikation im Rapid Product Development	238
4.2.1 Die Herausforderung: Wissenskommunikation im Rapid Product Development	238
4.2.2 Stand der Technik	240
4.2.3 Das Aktive Semantische Netz	247
4.2.4 Die agentenbasierte RPD-Middleware	251
4.2.5 Zusammenfassung	266
4.3 Teamorientiertes Kommunikationssystem für vernetztes Arbeiten	267
4.3.1 Einleitung	267
4.3.2 Entwicklungsverlauf der Arbeiten im Teilprojekt	268
4.3.3 Stand der Forschung	270
4.3.4 Methoden	280
4.3.5 Ergebnisse	281
4.4 Adaptive Benutzungsoberflächen	295
4.4.1 Einleitung	295
4.4.2 Grundlagen von adaptiven Benutzungsoberflächen	296
4.4.3 Das RPD-Portal	303
4.4.4 Zusammenfassung	315
Literatur	316

5 Erstellung virtueller und physischer Prototypen..... 329

5.1 Virtuelle Realität	330
5.1.1 Virtuelle Realität in der Produktentwicklung	330
5.2 Virtuelle Realität als Gestaltungs- und Evaluationswerkzeug	333
5.2.1 Montierbarkeitsuntersuchungen am Virtuellen Prototypen	333
5.2.2 Visuelle Beurteilung von Objektgeometrien	335
5.2.3 Lageänderung von 3D-Objekten im Raum	337

5.2.4	Verbauwege, Einsehbarkeit, Beurteilung der Handlungen des Monteurs im Kontext	340
5.2.5	Data Mining in Virtuellen Umgebungen	343
5.3	VR in der Konstruktion	344
5.3.1	CAD-Review	344
5.3.2	CAD-VR Integration	347
5.3.3	VR am Konstruktionsarbeitsplatz.....	351
5.3.4	Realitätsnahe Darstellung in VR	353
5.4	Paralleles Rendering	356
5.5	Virtuelle und Hybride Prototypen	362
5.5.1	Virtuelle Prototypen	363
5.5.2	Online-Simulationen.....	364
5.5.3	Hybride Prototypen	370
5.5.4	Kooperatives Arbeiten mit virtuellen und hybriden Prototypen	374
5.5.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	377
5.6	Daten- und informationstechnische Integration des Entwurfsprozesses in die RPD-Prozesskette	379
5.6.1	Ausgangssituation.....	379
5.6.2	Lösungsansätze.....	381
5.6.3	Zusammenfassung	392
5.6.4	Ausblick.....	395
5.7	Multi Material Modelling von Design- und Funktionsprototypen	395
5.7.1	Multi Material Modelling für den iterativen Aufbau von konzeptionellen Prototypen	396
5.7.2	Funktionalisierung von Prototypen durch das Multi Material Modelling	399
5.7.3	Zusammenfassung und Ausblick.....	400
5.8	Oberflächenveredelung von RP-Bauteilen	401
5.8.1	Ausgangssituation.....	401
5.8.2	Anforderungen an Oberflächen	402
5.8.3	Verfahren zur Veränderung der Eigenschaften von Oberflächen	403
5.8.4	Lösungsansätze zur Funktionalisierung von RP-Bauteilen ...	404
5.8.6	Verfahrenskombinationen	409
5.8.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	411
5.9	Lasergenerieren im modularen System	412
5.9.1	Einleitung	412
5.9.2	Verfahrensprinzip	413
5.9.3	Prozesssteuerung	415
5.9.4	Prozesskontrolle durch einen Tiefensensor	420

5.9.5 Prozessregelung	422
5.9.6 Modulares System	427
5.9.7 Zusammenfassung und Ausblick	429
5.10 Selektives Lasersintern von Hochleistungspolymeren	
mittels Nd:YAG-Laser	430
5.10.1 Einleitung	430
5.10.2 Ausgangssituation	431
5.10.3 Lösungsansätze	436
5.10.4 Weiterentwicklung der Prozesstechnik	440
5.10.5 Verfahrenskombinationen	442
5.10.6 Zusammenfassung und Ausblick	442
5.11 Prototypwerkzeuge und Prototypbauteile	444
5.11.1 Werkstoffe für Prototyp-Werkzeuge	445
5.11.2 Grauguss	445
5.11.3 Stahl und Aluminium	446
5.11.4 Niedrigschmelzende NE- Schwermetall-Legierungen	446
5.11.5 Kunststoffe, Polyamide und Photopolymere	447
5.11.6 Werkzeugentwicklung	450
5.11.7 3D-Visualisierung der Werkzeugkonstruktion	456
5.11.8 Visualisierung der Simulation des Umformvorgangs	458
5.11.9 Werkzeugherstellungsprozesse	460
5.11.10 Optimierung des Prozesses durch Einsatz	
des Vakuumformverfahrens	461
5.11.11 Tribologische Anforderungen an die Werkzeugwirkfläche	465
5.11.12 Charakterisierung des Verschleißverhaltens	470
5.11.13 Einfluss des Prototypwerkzeugstoffes auf die Kriterien	
Prototyp-Teilequalität und Werkzeugstandzeit	473
5.11.14 Segment-elastischer Niederhalter aus Kunstharz	
mit Pyramidenstumpfförmigen Stahl-Einsätzen	475
Literatur	478