

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	11
Verzeichnis der Formelzeichen und Indizes	14
Glossar	17
1 Einleitung	23
1.1 Instabilitäten im wirtschaftlichen Umfeld – Herausforderungen für die Produktentwicklung	23
1.2 Zielsetzung der Arbeit	25
1.3 Vorgehensweise	26
2 Ausgangssituation und Problemstellung	29
2.1 Veränderte Märkte für Hersteller von Werkzeugmaschinen	29
2.1.1 <i>Zukunftsbetrachtungen zur Marktentwicklung – neue Ansprüche und Erfolgsstrategien</i>	29
2.1.2 <i>Auswirkungen auf den bisherigen Produktentwicklungsprozess</i>	28
2.2 Analyse von Werkzeugmaschinenherstellern (Empirie)	33
2.3 Anspruch des kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatzes	41
3 Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse	45
3.1 Definition relevanter Begriffe	45
3.1.1 <i>Betrachtungen zu Netzwerken</i>	45
3.1.2 <i>Hierarchielose regionale Produktionsnetze</i>	49
3.1.3 <i>Produktentwicklung als Engineering-Dienstleistung</i>	51
3.2 Analyse und Diskussion bestehender Forschungsarbeiten	53

3.3	Strategien und Methoden in der Produktentwicklung	57
3.3.1	<i>Produktentwicklungsstrategien</i>	57
3.3.2	<i>Methoden und Werkzeuge der Produktentwicklung</i>	60
4	Kompetenzbeschreibung in der Produktentwicklung	67
4.1	Vorgehensweise und Auswahl der Modellierungssprache	67
4.2	Kompetenzrahmen der Produktentwicklung	69
4.3	Partialmodell der Produktentwicklung	75
4.3.1	<i>Generisches Kompetenzzellenmodell</i>	75
4.3.2	<i>Geschäftsobjektmodell</i>	76
4.3.3	<i>Methodenmodell</i>	78
4.3.4	<i>Aktivitätsmodell</i>	80
4.3.5	<i>Nichtpersonelles Ressourcenmodell</i>	81
4.4	Merkmalsausprägungen von Produktentwicklungskompetenzzellen	82
4.4.1	<i>Klassifikation und Beschreibungsgrundlagen von Produktentwicklungskompetenzzellen</i>	82
4.4.2	<i>Anforderungsvektorerstellung von Produktentwicklungskompetenzzellen</i>	85
4.4.3	<i>Projektführende/Projektunterstützende Kompetenzzellen</i>	87
4.4.4	<i>Kompetenzprofile von Produktentwicklungskompetenzzellen</i>	88
4.5	Auswahl- und Bewertungsverfahren von Kompetenzzellen	90
4.5.1	<i>Mathematische Betrachtung</i>	90
4.5.2	<i>Kompetenzpotenzialbewertung</i>	91
4.5.3	<i>Auswahlalgorithmus</i>	99
4.6	Entwicklungs- und Adaptionstrategien	102

5	Umsetzung im Wertschöpfungsprozess	105
5.1	Phasen der Produktionsnetzbildung und des Produktionsnetzbetriebes	105
5.1.1	<i>Kooperation zwischen Kompetenzzellen - Schnittstellenbetrachtung</i>	105
5.1.2	<i>Phasen der kompetenzzellenbasierten Produktentwicklung</i>	106
5.1.3	<i>Start-Up zur Produktentwicklung</i>	107
5.1.4	<i>Produktentwicklungsstrategien im kompetenzzellenbasierten Produktentwicklungsprozess</i>	109
5.2	Anfrage-, Angebots- und Anforderungsszenario an die Produktentwicklung	111
5.2.1	<i>Anfragedefinition</i>	111
5.2.2	<i>Angebotserstellung</i>	112
5.3	Kompetenzzellenbasierter Produktentwicklungsprozess	114
5.3.1	<i>Generierung von Verknüpfungen in hierarchielosen Kompetenznetzen</i>	114
5.3.2	<i>Kompetenzzellenbasierte Produktentwicklung mechatronischer Produkte</i>	117
5.3.3	<i>Kompetenzzellenbasierte Produktentwicklung von Werkzeugmaschinen</i>	118
5.3.4	<i>Produktentwicklungs-Workflow</i>	120
6	Verifizierung der Produktentwicklungsmethode	123
6.1	Softwaretechnische Umsetzung – Kompetenz-Agent (KoAg)	123
6.1.1	<i>Vorgehensweise zur Validierung und Beschreibung der softwaretechnischen Umsetzung</i>	123
6.1.2	<i>Integration des Beschreibungsalgorithmus</i>	125
6.1.3	<i>Implementierung der Kompetenzzelle</i>	129
6.1.4	<i>Projekt-, Angebot- und Nachrichten-Datenstruktur</i>	130
6.1.5	<i>Systemfunktionalitäten</i>	132

6.2	Dienstleistung der Produktentwicklung am Beispiel einer Motorspindel	139
6.3	Dienstleistung der Produktentwicklung am Beispiel einer Sonderschleifmaschine	142
7	Bewertung des Forschungsansatzes	151
7.1	Einordnung der Forschungsergebnisse	151
7.2	Bewertung und Betrachtungen zur Zielsetzung der Arbeit	154
8	Zusammenfassung und Ausblick	157
8.1	Zusammenfassung	157
8.2	Ausblick	160
9	Literaturverzeichnis	163
10	Anhang	179
10.1	Abbildungsverzeichnis	179
10.2	Tabellenverzeichnis	182
10.3	Anlagenverzeichnis	183

10 Anhang

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Zielsetzung und Gliederung der vorliegenden Arbeit	28
Abb. 2:	Chancen und Risiken von Kooperationen/Unternehmen	30
Abb. 3:	Entwicklungsprozess im Unternehmen	32
Abb. 4:	Vergleich unternehmensinterne und kooperative Produktentwicklung (i. A. a. /HAGE-03/)	33
Abb. 5:	Produktspektrum der befragten Unternehmen	34
Abb. 6:	Auftragscharakteristik	35
Abb. 7:	Kooperationsgründe (Mehrfachnennungen möglich)	36
Abb. 8:	Kooperationshemmnisse (Mehrfachnennungen möglich)	37
Abb. 9:	Produktentwicklungsstrategien (Mehrfachnennungen möglich)	38
Abb. 10:	Verwendete Produktentwicklungsmethoden (Mehrfachnennungen möglich)	39
Abb. 11:	Simulationsmethoden versus Produktentwicklungsphase (Mehrfachnennungen möglich)	39
Abb. 12:	Verwendete Softwaresysteme (Mehrfachnennungen möglich)	40
Abb. 13:	Charakteristik: Zentralisation versus Dezentralisation	42
Abb. 14:	Entwicklung von Unternehmens- zu Kompetenznetzen (i. A. a. /SCHE-04/, /WIRT-00b/)	46
Abb. 15:	Typologie interorganisationaler Netzwerke (i. A. a. /SYDO-01/)	47
Abb. 16:	Einordnung des Forschungsansatzes in die Netzwerk- /Kooperationsforschung (i. A. a. /BUSE-97/, /WILD-96/, /MECK-96/) ...	48
Abb. 17:	Hierarchieloses Produktionsnetz (i. A. a. /WIRT-00b/)	50
Abb. 18:	Einzelunternehmen – Hierarchieloses Netz	51

Abb. 19: Tätigkeiten und Ergebnisse in Bezug auf die Dienstleistungssicht	52
Abb. 20: Qualitative Bewertung von Produktentwicklungsstrategien	60
Abb. 21: Konstruktionsarten/Konstruktionsphasen nach VDI 2210 /VDI-2210/... 61	
Abb. 22: Gegenüberstellung von Konstruktionsmethodiken	63
Abb. 23: Phasen der Produktentwicklung	64
Abb. 24: Kompetenzrahmen der Produktentwicklung	70
Abb. 25: Aktivitäten der Produktentwicklungskompetenzzellen	72
Abb. 26: Entwicklungsprozess am Beispiel des mechatronischen Produktes WZM	73
Abb. 27: Generisches Kompetenzzellenmodell	75
Abb. 28: Geschäftsobjektmodell	77
Abb. 29: Methodenmodell	79
Abb. 30: Nichtpersonelles Ressourcenmodell	81
Abb. 31: Beispielhafte Produktentwicklungskompetenzzellen	83
Abb. 32: Erstellung des Beschreibungsvektors (UML)	84
Abb. 33: Beschreibungsalgorithmus Produktentwicklungskompetenzzellen	85
Abb. 34: Serienentwicklung mechatronischer Produkte	88
Abb. 35: Kompetenzprofile	89
Abb. 36: Beispiel Kompetenzprofil HSC-Fräsmaschinen einer Kompetenzzelle ...	89
Abb. 37: Kompetenzpotenzialbewertung	91
Abb. 38: Einfluss des Basis- und Zeitgewichts in Abhängigkeit der Projektanzahl	94
Abb. 39: Wurzelexponent K_{exp} in Abhängigkeit der Anzahl und des Alters der Bewertungen	96
Abb. 40: Potenzialwert in Abhängigkeit vom Basis- und Wurzelwert	97
Abb. 41: Beispielhafter Kompetenzpotenzialverlauf	99

Abb. 42: Phasen des Produktentwicklungsprozesses in hierarchielosen Netzen ..	106
Abb. 43: Angebots-Start-Up/Start-Up-Varianten	108
Abb. 44: Auftrags-Start-Up	109
Abb. 45: Strategien im kompetenzzellenbasierten Produktentwicklungsprozess	110
Abb. 46: Anfragezyklus Kompetenznetz	112
Abb. 47: Angebotsgenerierung	113
Abb. 48: Abhängigkeit zwischen Konstruktionsarten und Produktentwicklungsphasen	115
Abb. 49: Generierende/Projektierende Vorgehensweise	116
Abb. 50: Produktentwicklungsprozess am Beispiel mechatronischer Produkte ...	117
Abb. 51: Prozess der kompetenzzellenbasierten Produktentwicklung	120
Abb. 52: Produktentwicklungs-Workflow	121
Abb. 53: Verifizierung/Validierung	123
Abb. 54: Beschreibungsstruktur	126
Abb. 55: Substrukturen	128
Abb. 56: Datenstruktur KoAg	131
Abb. 57: Ablauf der Beschreibung von Kompetenzkomponenten	133
Abb. 58: Struktur des Ablaufs von Projekten im KoAg	136
Abb. 59: Kompetenzzellenbasierte Produktentwicklung am Beispiel der Motorspindel	141
Abb. 60: Sonderschleifmaschine	142
Abb. 61: Baugruppenstruktur Sonderschleifmaschine	144
Abb. 62: Baugruppen Werkstückträgergruppe	145
Abb. 63: Kompetenzzellenbasierte Produktentwicklung – Sonderschleifmaschine (Teil 1)	147

Abb. 64: Kompetenzzellenbasierte Produktentwicklung – Sonderschleifmaschine (Teil 2)	149
Abb. 65: Einordnung der Ergebnisse	152
Abb. 66: Einschätzung der Erfüllung der Zielsetzung der Arbeit	156
Abb. 67: Kompetenzzellenbasierte Produktinnovationen	158
Abb. 68: Kompetenzcluster der Produktentwicklung	161
Abb. 69: Automobil - Ausblick auf Kompetenzbeschreibungen	161

10.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Produkt und Geschäftsobjekt	76
Tab. 2: Vergleich Produktentwicklungsphasen/-aktivitäten	80
Tab. 3: Klassifikation von Komponenten der Produktentwicklungskompetenzzellen	82
Tab. 4: Anforderungsvektor Produktentwicklungskompetenzzelle	86
Tab. 5: Zufallsbeispiel Kompetenzpotenzialentwicklung	98
Tab. 6: Selektion einer Kompetenzzelle (Beispiel)	101
Tab. 7: KoAg-Funktionalitäten für Kompetenzzellen	124
Tab. 8: KoAg-Funktionalitäten des Administrators	125
Tab. 9: Objekttypen	127
Tab. 10: Kompetenzzellen-Datensatz <i>kpz_kpzlist</i> (Datentyp)	129
Tab. 11: Verwaltung und Beschreibung von Kompetenzkomponenten	132
Tab. 12: Anforderungsvektoren (Ausschnitt) für Kompetenzzellen im PE-Prozess	140

10.3 Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Klassifizierung Produktentwicklungskompetenzzellen - Dienstleistung der mechatronischen Produktentwicklung (WZM)	186
Anlage 2a:	Immaterielles Produkt – Produktentwicklung Maschinenbau	187
Anlage 2b:	Immaterielles Produkt – Produktentwicklung Elektrotechnik	189
Anlage 2c:	Immaterielles Produkt – Produktentwicklung Informationstechnik	191
Anlage 3:	Materielles Produkt – Anlagen/Werkzeugmaschinen	193
Anlage 3a:	Materielles Produkt – Spanende Werkzeugmaschinen	194
Anlage 3b:	Materielles Produkt – Umformende Werkzeugmaschinen	197
Anlage 3c:	Materielles Produkt – Abtragende Werkzeugmaschinen	199
Anlage 3d:	Materielles Produkt – Zerteilende Werkzeugmaschinen	200
Anlage 3e:	Materielles Produkt – Sondermaschinen	200
Anlage 4a:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Gestell	201
Anlage 4b:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Antriebe	202
Anlage 4c:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Werkzeugmaschinenaufstellung	208
Anlage 4d:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Führungen/Lager	209
Anlage 4e:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Ver-/Entsorgungssysteme	210
Anlage 4f:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Werkzeuge	211
Anlage 4g:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Handhabe-/Verkettungseinrichtungen	213

Anlage 4h:	Materielles Produkt – Hauptbaugruppe Versorgungssystem Wz/Wst	214
Anlage 5:	Methodenmodell – Produktentwicklung	217
Anlage 5a:	Allgemeine Produktentwicklungsmethoden	217
Anlage 5b:	Problemorientierte Produktentwicklungsmethoden	218
Anlage 5c:	Spezifische Produktentwicklungsmethoden	219
Anlage 6:	Nichtpersonelles Ressourcenmodell	221
Anlage 7:	Ablauf der Aktivitäten kompetenzzellenbasierter Produktentwicklungen	224
Anlage 8:	Wertetabelle: Betrachtung der Parameterausprägungen (Verteilung, Altersschnitt, Häufigkeit, Ausprägung) auf das Kompetenzpotenzial	226
Anlage 8a	Verteilung der Bewertungen und deren Auswirkung auf das Potenzial	228
Anlage 8b:	Altersschnitt der Bewertungen und dessen Auswirkung auf das Potenzial	228
Anlage 8c:	Häufigkeit der Bewertungen und deren Auswirkung auf das Potenzial	229
Anlage 8d:	Ausprägung der Bewertungen und deren Auswirkung auf das Potenzial	229
Anlage 9:	Kompetenzzellenstruktur der Sonderschleifmaschine	230
Anlage 10:	Anforderungsvektoren der Produktentwicklungskompetenzzellen Sonderschleifmaschine	233
Anlage 11:	Werkzeugträgerbaugruppe der Sonderschleifmaschine	236