

Methodik zur Erstellung von Technologieszenarien für die strategische Technologieplanung

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Problematik	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Vorgehensweise	3
2 Grundlagen und Problemanalyse	5
2.1 Begriffsabgrenzung	5
2.1.1 Technologie	5
2.1.2 Technologie-Management – Technologieplanung	7
2.1.3 Technologische Vorausschau – Technologieprognose ...	7
2.1.4 Technologieszenarien	8
2.2 Naturanaloge Prinzipien zur Lösung technologischer Probleme	11
2.2.1 Evolutionäre Algorithmen	12
2.2.2 Verarbeiten unvollständiger Informationen	15
2.2.2.1 Unsicherheit	16
2.2.2.2 Unschärfe	18
2.3 Technikbewertung – Technologiefolgenabschätzung	20
2.4 Zyklus der strategischen Technologieplanung als übergeordnetes Konzept	22
2.4.1 Analyse	22
2.4.1.1 Zielfestlegung	22
2.4.1.2 Charakterisierung der Ausgangssituation	24
2.4.2 Umfeld- und Technologieprognose	25
2.4.2.1 Umfeldprognose	26
2.4.2.2 Technologieprognose	27
2.4.3 Strategieentwicklung	28
2.4.4 Strategieumsetzung	30
2.4.5 Strategie-Controlling	31
2.4.5.1 Frühaufklärung	32
2.4.5.2 Koordination	33
2.4.5.3 Reporting	34
2.5 Spezifische Herausforderungen der Automobilindustrie	34
2.5.1 Fahrzeugleichtbau	37

2.5.2	Karosserierohbau.....	39
2.6	Problemabgrenzung.....	40
2.7	Anforderungen an die Methodik.....	41
3	Stand der Technik.....	45
3.1	Methoden der Bildung von Technologiekombinationen.....	45
3.1.1	Morphologisches Schema nach Zwicky	45
3.1.2	Technologiekalender nach Wildemann und Westkämper	46
3.1.3	Technologie-Roadmapping	48
3.1.3.1	Explorative Technologie-Roadmaps nach Geschka, Schaufele und Zimmer	48
3.1.3.2	Balanced Innovation Card (BIC) in Kombination mit Technologie-Roadmapping nach Vinkemeier	49
3.1.4	Methode zur Planung innovativer Werkstoff- und Verfahrensanwendungen nach Schmetz	50
3.1.5	Methodik zur Verfahrensplanung von innovativen Fertigungstechnologien im Rahmen der technischen Investitionsplanung nach Ullmann.....	51
3.1.6	Technologiekombination durch Modularisierung nach Lang	52
3.1.7	Methode zur Generierung alternativer Technologieketten in frühen Phasen der Produktentwicklung nach Klocke, Eversheim und Fallböhmer.....	53
3.2	Methoden der Arbeitsplanerstellung.....	55
3.2.1	Methode zur konstruktionsbegleitenden Generierung und Bewertung alternativer Fertigungsfolgen nach Klocke, Weck und Trommer	55
3.2.2	Bewertung alternativer Handhabungs- und Fertigungsfolgen nach Schell	57
3.2.3	Grafisch-interaktive Arbeitsplanung durch Evolutionsstrategien nach Baum.....	57
3.3	Methoden der Szenariotechnik	58
3.3.1	Technologieszenarien nach Gausemeier, Fink und Schlake	59
3.3.2	Technologieszenarien nach Fink, Siebe und Schlake... ..	61
3.3.3	Technologieszenarien nach Geschka	61
3.3.4	Szenariobasiertes Konzipieren neuer Produkte auf Grundlage möglicher zukünftiger Technologieentwicklungen nach Paul	62

3.4	Bewertung hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen.....	64
3.5	Handlungsbedarf.....	68
4	Methodik zur Erstellung von Technologieszenarien	69
4.1	Gestaltungsfeldanalyse	71
4.1.1	Gestaltungsfelddefinition	72
4.1.2	Szenariostrukturdefinition	74
4.1.3	Merkmalskatalogdefinition	75
4.1.3.1	Perspektiven der strategischen Technologieplanung	75
4.1.3.2	Neutraler Merkmalskatalog	78
4.1.4	Vernetzung und Gewichtung	94
4.1.4.1	Vernetzung	94
4.1.4.2	Gewichtung	98
4.1.4.3	Schlüsselmerkmale	99
4.1.5	Anforderungsprofildefinition.....	100
4.2	Werkstoffanalyse.....	102
4.2.1	Werkstoffeinteilung.....	103
4.2.2	Werkstoffbewertung	108
4.3	Technologieanalyse	117
4.3.1	Technologieeinteilung	118
4.3.1.1	Technologiehierarchie	118
4.3.1.2	Technologiekraftfeld	120
4.3.2	Technologiebewertung	122
4.3.3	Bewertungsdokumentation – Technologiesteckbrief ...	133
4.4	Regelbildung	135
4.4.1	Werkstoff-Technologie-Matrix.....	137
4.4.2	Bewertung der technischen Machbarkeit und Verfügbarkeit.....	139
4.4.3	Technologieverkettung	140
4.4.4	Werkstoffverkettung	142
4.5	Szenariobildung.....	143
4.5.1	Zielfestlegung.....	145
4.5.1.1	Globales Maximum.....	146
4.5.1.2	Lokale Maxima	147
4.5.1.3	Kombinierte lokale Maxima	148
4.5.2	Auswahl des Optimierungsverfahrens.....	149
4.5.3	Werkstoff-Technologie-Bündelung	151
4.5.3.1	Replikation, Rekombination und Mutation ...	152
4.5.3.2	Bewertung der Werkstoff-Technologie- Bündel.....	154

4.5.3.3	Selektion	157
4.5.4	Rohszenariobildung	157
4.5.5	Visualisierung	160
4.5.5.1	Multidimensionale Skalierung (MDS) – Landkarte der Zukunft	160
4.5.5.2	Szenario-Roadmapping	161
4.6	Organisation der Erstellung von Technologieszenarien	162
4.7	Bewertung der Methode hinsichtlich der Anforderungen.....	163
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	167
6	Literatur	169

Abbildungsverzeichnis

Bild 1-1:	Branchenspezifische Entwicklung der Produktlebenszyklen in den 1970er- und den 1990er-Jahren [Wei94, S. 344]	1
Bild 2-1:	Struktur von Technologieszenarien	9
Bild 2-2:	Strategische Grundhaltungen auf Basis der Technologieszenarien	10
Bild 2-3:	Ablauf der Evolutionsstrategien	15
Bild 2-4:	Beispielausprägungen von linguistischen Variablen einer fuzzy-basierte Technologiezuordnung auf der S-Kurve [Zim93, S. 13]	19
Bild 2-5:	Zyklus der strategischen Technologieplanung	23
Bild 2-6:	Darstellung der Potenziale von einer traditionellen Kundenorientierung zu einem visionären Kundenverständnis [GF99, S. 228]	27
Bild 2-7:	Einbindung der Technologiestrategien in die Strategieebenen eines Unternehmens und das Wechselspiel der entsprechenden Strategien [GEK01, S.145]	30
Bild 2-8:	Wesentliche technologische und strukturelle Veränderungen in der Automobilindustrie [Kal01, S. 6], [Sch01, S. 3]	36
Bild 3-1:	Beispiele für Lösungsvarianten in einem Morphologischen Schema	46
Bild 3-2:	Technologiekalender nach Wildemann [ES99, S. 10-43], [Wil87, S. 60ff], [Hei00, S. 29f]	47
Bild 3-3:	Beispiel einer Balanced Innovation Card (BIC) aus dem Bereich des Maschinenbaus [Vin02, S. 205]	50
Bild 3-4:	Methode zur Generierung alternativer Technologieketten [KE01, S. 548], [Fal00, S. 108ff], [SFB36ff1, S. 527]	54
Bild 3-5:	Ablauf der Generierung und Bewertung von Fertigungsfolgen [KW01, S. 684], [Tro01, S. 44]	56
Bild 3-6:	Erstellung von Technologieszenarien nach Gausemeier et al. [GFS96, S.328]	60
Bild 3-7:	Phasenmodell der Technologieszenarioerstellung nach GESCHKA [Ges94, S. 166]	62
Bild 3-8:	Vorgehensmodell der Technologieszenarioerstellung [Pau96, S. 79]	63
Bild 4-1:	Phasenmodell zur Bildung von Technologieszenarien	69
Bild 4-2:	Teilphasen der Gestaltungsfeldanalyse	71
Bild 4-3:	Beschreibung der Kundengruppe „Mobile Professionals“ [Sin03-ol], [Bru03, S. 20], [Projektbericht der UNITY AG]	73
Bild 4-4:	Beispiel einer Produktbeschreibung „Hight-Tech-Nischenfahrzeug“ [Bildquelle: Por03-ol]	74
Bild 4-5:	Beispielstruktur der Technologieszenarien für den Karosserierohrbau	75
Bild 4-6:	Perspektiven der strategischen Technologieplanung	77
Bild 4-7:	Zusammenspiel zwischen market pull und technology push [SB02, S. 96]	79
Bild 4-8:	Erfolgsfaktorenportfolio mit Beispielen für den Fahrzeugleichtbau [Hal97, S: 117]	80
Bild 4-9:	Berechnung des RoI und seiner Bestandteile für einen Umsatzträger [Gab88, S. 1268]	81
Bild 4-10:	Merkmalsbeispiel der Perspektive »Kosten und Finanzen«	81

Bild 4-11:	Merkmalbeispiele der Perspektive »Strategie« [GF99, S. 233], [Sei98, S. 140ff]	83
Bild 4-12:	Ergebnis einer Datenbankrecherche [Cit03-ol]	85
Bild 4-13:	Merkmalbeispiele der Perspektive »Zeit und Reife« [Höf92, S. 32]	85
Bild 4-14:	Treiberportfolio mit Beispielen	87
Bild 4-15:	Merkmalbeispiele der Perspektive »Funktionen und Bauweisen« [FG01, S. 451], [WLP+02, S. 235]	88
Bild 4-16:	Evolution der Bauweisen im Fahrzeug [FG01, S. 451], [WLP+02, S. 235]	89
Bild 4-17:	Merkmalbeispiele der Perspektive »Prozesse« [ES99, S. 14-62], [JMM99, S. 38]	90
Bild 4-18:	Merkmalbeispiele der Perspektive »Mitarbeiter« [ES99, S. 12-44ff, 12-56ff]	91
Bild 4-19:	Merkmalbeispiele der Perspektive »Ökologie« [Har, S. 77], [GFG98]	93
Bild 4-20:	Beispiel einer Vernetzungsmatrix	95
Bild 4-21:	Visualisierung der Vernetzungsanalyseergebnisse	97
Bild 4-23:	Beispiel einer Gewichtungsmatrix	99
Bild 4-24:	Auswahl der Schlüsselmerkmale auf Basis der Systemportfolios	100
Bild 4-25:	Vorgehen bei der Erstellung des Anforderungsprofils	101
Bild 4-26:	Beispielausschnitt eines Anforderungsprofils	102
Bild 4-27:	Teilphasen der Werkstoffanalyse	103
Bild 4-28:	Foto des „All Titanium GM Firebird 2“ [GM03-ol]	104
Bild 4-29:	Anteil der Werkstoffe in Modellen der Automobilhersteller im Jahr 2002 [Wol02-ol, S. 8]	106
Bild 4-30:	Struktur der Klassenhierarchie für Werkstoffe [WW98, S. 53ff], [Fis94, S. 51], [Fal01, S. 42]	107
Bild 4-31:	Optimierung von Karosserieblechen durch Veredlung des Grundwerkstoffs [FB01, S. 20]	108
Bild 4-32:	Bewertung der Erfolgsfaktoren (z.B. thermoplastische faserverstärkte Kunststoffe - FVK) [BH96, S. 21ff]	110
Bild 4-33:	Kostenvergleich am Beispiel Gusswerkstoff gegenüber Blechrohr geschweißt bzw. im IHU [Kle03-ol]	111
Bild 4-34:	Beispiel einer fuzzy-basierten Bewertung der Lebenszykluszuordnung [Tra94, S. 46]	112
Bild 4-35:	Trendbewertungsprofil für das Beispiel Aluminium	113
Bild 4-36:	Beispiele für Verarbeitungstechnologien von Kunststoffen [WW98, S. 235]	115
Bild 4-37:	Teilphasen der Technologieanalyse	117
Bild 4-38:	Technologiekräftfeld um die Kerntechnologie [Ges94, S. 158], [GSZ02, S. 109], [PBW90, S. 58]	121
Bild 4-39:	Erfüllungsgrad der Erfolgsfaktoren für die Fügetechnologie Kleben [ES99, S. 11-191], [BS01, S. 594f]	123
Bild 4-40:	Bewertungsbeispiele für die Perspektive »Finanzen und Kosten« [ES99, S. 11-196]	125
Bild 4-41:	Technologieportfolio nach PFEIFFER et al. [PMS+91, S. 77ff], [Ger99, S. 154ff], [GF99, S. 186f]	126
Bild 4-42:	Einordnungen von Technologien in die frühen Lebenszyklusphasen (Ausschnitt der oberen Darstellung) [Sch01, S. 20]	128

Bild 4-43:	Bewertungsbeispiele für die Perspektive »Funktion« [ES99, S. 11-196]	129
Bild 4-44:	Beispiel der Eignung von Technologien für Space-Frame- und Blech-Bauweise [Hal97, S. 145]	130
Bild 4-45:	Prozess der Wärmebehandlung und Lackierung einer Aluminium-Space-Frame-Karosserie (Audi A8) inklusive Zeitangaben [Hal97, S. 128]	131
Bild 4-46:	Bewertungsbeispiele für die Perspektive »Mitarbeiter« [ES99, S. 11-196]	132
Bild 4-47:	Bewertungsbeispiele für die Perspektive »Ökologie« [ES99, S. 11-196]	133
Bild 4-48:	Beispiel für eine „Landkarte der Bewertung“	134
Bild 4-49:	Ausschnitt eines Steckbriefes für das Magnetumformen	135
Bild 4-50:	Elemente des Regelkataloges	137
Bild 4-51:	Beispiel einer Werkstoff-Technologie-Matrix [Ap02, S. 85]	139
Bild 4-52:	Beispiel eines Bewertungsunterschiedes aus der Werkstoff- Technologie-Matrix mit Delphi-Befragungsergebnis	140
Bild 4-53:	Verkettungsmatrix der Technologien	141
Bild 4-54:	Beispiele für die differenzierte Bewertung der Technologie- verkettung bei unterschiedlichen Anforderungen (Space-Frame- und konventionelle Bauweise) [Hal97, S. 145]	142
Bild 4-55:	Teilphasen der Szenariobildung	145
Bild 4-56:	Suchstrategien der Technologieszenariobildung	146
Bild 4-57:	Beispieldarstellung der Fitnessfunktion auf der Suche nach dem globalen Maximum	147
Bild 4-58:	Beispieldarstellung der Fitnessfunktion auf der Suche nach lokalen Maxima	148
Bild 4-59:	Beispiel einer Rekombination nach [Nis94, S. 171]	153
Bild 4-60:	Beispiel für den Vorgang der Mutation innerhalb eines Werkstoff-Technologie-Bündels	154
Bild 4-61:	Überdeckungsgrade der Fuzzy-Bewertung [Fal02, S. 93]	155
Bild 4-62:	Beispielhafte Rangsortierung der Werkstoff-Technologie- Bündel (TS Basic – Softwareprototyp zur Methodik)	156
Bild 4-63:	Ellbogendiagramm für die Auswahl der geeignete Szenarioanzahl	158
Bild 4-64:	Ausschnitt einer Ausprägungsliste mit fünf Szenarien (Beispiel)	159
Bild 4-65:	Visualisierung der Szenarien in der Landkarte der Zukunft	160
Bild 4-66:	Ermittlung des Einsatzzeitraumes für ein Technologieszenario anhand der Szenario-Roadmap	161
Bild 4-67:	Entwicklungspfad darstellung bei einem Wechsel von einem Szenario zum anderen am Beispiel des S-Kurvensprungs nach Wolfrum [Wol92, S. 316]	162

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Übersicht der Bewertungen der Methoden und Werkzeuge des Standes der Technik	65
Tabelle 4-1:	Archetypen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580	119
Tabelle 4-2:	Fachterminologie der Evolutionsstrategien (Grundlagen) [Nis98, S. 58]	150