

**Xpert.press**

Die Reihe **Xpert.press** vermittelt Professionals in den Bereichen Softwareentwicklung, Internettechnologie und IT-Management aktuell und kompetent relevantes Fachwissen über Technologien und Produkte zur Entwicklung und Anwendung moderner Informationstechnologien.

Ulrich Sandler

# Das PLM-Kompodium

Referenzbuch des  
Produkt-Lebenszyklus-Managements

 Springer

Ulrich Sendler  
Flantinstraße 12  
80689 München  
Germany  
u.sendler@sendlercircle.com

ISSN 1439-5428

ISBN 978-3-540-87897-1

e-ISBN 978-3-540-87898-8

DOI 10.1007/978-3-540-87898-8

Springer Dordrecht Heidelberg London New York

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

*Einbandentwurf:* KuenkelLopka GmbH, Heidelberg

*Satz und Herstellung:* le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media ([www.springer.de](http://www.springer.de))

# Vorwort

Am Ende eines Jahrzehnts, in dem die Diskussion über Produkt-Lebenszyklus-Management (PLM) und die Ansätze entsprechender Strategien immer mehr um sich gegriffen und inzwischen selbst kleine und mittlere Unternehmen unterschiedlichster Branchen erfasst hat, gibt es auch bereits eine Vielzahl von Veröffentlichungen dazu. Sie greifen in der Regel einzelne Aspekte des Gesamthemas heraus und fokussieren entweder auf eine Branche, auf den Einsatz bestimmter Methoden oder Komponenten oder die Frage der Auswahl und Implementierung unterstützender Systeme.

Keines ist nach Kenntnis der Verfasser dieses Vorwortes – die das Buchprojekt ‚PLM Kompendium‘ von Anfang an unterstützt haben – darunter, das wie das vorliegende den Versuch wagt, PLM von allen Seiten zu betrachten und alle wichtigen Mitspieler im gesamten Umfeld zu berücksichtigen. Niemand hat bisher so viele Interviewpartner angesprochen und für ausführliche Gespräche gewinnen können, dass tatsächlich alle Bereiche zu Wort kommen. Die Verantwortlichen in der Industrie ebenso wie die Professoren, die IT-Anbieter und Systemintegratoren ebenso wie die Vereine, Verbände und sonstigen Organisationen. Das Konzept, aufgrund dessen wir dieses Buchprojekt begrüßt haben, ist aufgegangen.

Als wir vor fünf Jahren im *sendler* it-forum einstimmig die PLM Definition der Liebensteiner Thesen verabschiedeten, wussten wir noch nicht, ob sich dieser Begriff durchsetzen, ob ihm eine größere Nachhaltigkeit beschied sein werde als dem berühmten Begriff CIM aus den Achtzigerjahren. Heute wissen wir, dass PLM für alle Industrieunternehmen, die auch künftig eine wichtige Rolle spielen wollen, gesetzt ist. Seine Bedeutung steigt von Jahr zu Jahr und wird von allen namhaften Analysten längst verglichen mit der Bedeutung, die ERP im vergangenen Jahrzehnt hatte. Aber wir wissen aus unseren Gesprächen mit unseren Kunden auch, dass sich deshalb nichts an der Komplexität des Themas geändert hat. Für sie alle wird das Buch eine wertvolle Quelle sein: für Informationen aus der Hand eines neutralen Autors, und vor allem für Kontakte zu erfahrenen Spezialisten aus allen Bereichen, die bereit sind zum Gespräch, wenn ein Projekt ins Stocken gerät oder schon bei der Initialisierung Probleme bereitet.

Allenthalben ist das Denken in Prozessen und die Organisation in interdisziplinären, firmenübergreifenden Projektteams im Vormarsch, in der Entwicklung, in der Produktionsplanung, in der Fertigung, im Service und anderen Bereichen. Dieser

Vormarsch ist nicht das Ergebnis einer einzelnen Technologie, einer neuen Methode oder der Überzeugungskraft von Gurus. Er basiert auf den konkreten Anforderungen, denen sich die Industrie gegenüber sieht. Aber die Kraft der Gewohnheit ist auch in diesem Fall sehr stark und hat schon manchen Ansatz zur Verbesserungen von Abläufen und Strukturen erfolgreich durchkreuzt. Die Ängste der Betroffenen vor großen Veränderungen, das Zögern vor ungewissem Neuen anstelle des – irgendwie denn ja doch immer noch – funktionierenden Gewohnten lässt auch heute viele davor zurückschrecken, sich mit einem umfassenden PLM-Konzept zu beschäftigen. Selbst die Orientierung auf den Prozess im Team anstelle der Konzentration auf die zu erledigende Aufgabe fällt schwer. Das PLM Kompendium bietet hier Einblick in industrielle Ansätze und Argumente vieler Fachleute, die überzeugen helfen. Auch damit unterscheidet sich das Buch wohltuend von zahlreichen entweder sehr theoretischen oder zu sehr auf den einzelnen Praxisfall bezogenen Werken.

Dennoch wäre es zuviel des Lobes, wollte man behaupten, das Buch stelle eine tatsächlich allumfassende Behandlung des Themas dar. Es fehlen noch einige ausführliche Darstellungen von Marktführern der Engineering IT. Die Beispiele aus der Industrie können sicher um weitere herausragende Fälle erweitert werden, ohne dass sich Argumente wiederholen. Insbesondere beschränkt sich das Buch in dieser ersten Auflage weitgehend auf den europäischen und hier vor allem auf den deutschsprachigen Raum. Für den ersten Wurf eines PLM Kompendiums ist das schon allein deshalb gerechtfertigt, weil die Bedeutung von PLM wohl in keiner anderen Region so hoch geschätzt wird wie hier.

Wir wünschen dem Buch eine so gute Resonanz, dass die Leserschaft in zwei Jahren nach einer Neuauflage ruft, die dann noch deutlich über den jetzt gesetzten Rahmen hinausgeht: mit einer Ausweitung der Beispiele und vorgestellten Institutionen aller Art. Und vor allem mit einer stärkeren Berücksichtigung der weltweiten Bedeutung und des Einsatzes von PLM, die sich dann auch in einer zusätzlichen englischsprachigen Ausgabe niederschlägt.

Das Kompendium ist – davon sind wir überzeugt – nicht nur etwas für Referenten auf Kongressen oder Anwendertreffen. Es sollte in großem Umfang für die Vertiefung des Verständnisses von den notwendigen Veränderungen zum Einsatz kommen, in den Ingenieurabteilungen und zahlreichen anderen Bereichen der Industrie, unter den Mitarbeitern der IT-Hersteller und ihrer Vertriebspartner. Und vielleicht gehört es bald zu den Standardwerken, deren Lektüre den Studenten verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Fachrichtungen als selbstverständlich gilt.

Da es im Unterschied zu manch anderem trockenem Fachbuch sehr ansprechend geschrieben ist, könnte es möglicherweise auch dabei helfen, das Verständnis für die Besonderheiten und die Bedeutung insbesondere der Produktentwicklung und Produktentstehung auch in Kreisen zu fördern, die üblicherweise nicht damit befasst sind. Innovation ist nicht nur Idee, Produkt und intelligente Produktion, auf das sie gerne reduziert wird, sondern gerade auch Innovation der Prozesse vor allem in der Produktentstehung. PLM ist dafür ein wichtiger Hebel. Wenn das Buch diese Einsicht verbreiten hilft, ist es für alle Beteiligten ein Erfolg.

Gezeichnet:

**Volker Wawer, Dr. Thomas Wedel, Roland Zelles**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>PLM meint das Ganze</b> .....	1
<b>2</b>	<b>PLM: Begriffsbestimmung</b> .....	5
2.1	Produkt .....	6
2.2	Produktleben .....	6
2.3	Produkt-Lebenszyklus .....	9
2.4	Produkt-Lebenszyklus-Management .....	10
<b>3</b>	<b>PLM als Initiative der industriellen Produktentwicklung</b> .....	11
3.1	Concurrent Engineering – Simultaneous Engineering .....	11
3.2	Virtuelle Produktentwicklung .....	12
3.3	Disziplinübergreifend .....	14
3.4	Produktdaten-Management .....	15
3.5	Prozessmanagement .....	16
<b>4</b>	<b>PLM als Lösungsansatz der IT-Industrie</b> .....	21
4.1	CIM und PLM – Geburt und Reife der Computerunterstützung .....	21
4.2	PLM und sein Kernelement PDM .....	23
4.3	Von der Anwendungsunterstützung zur Entscheidungshilfe .....	25
4.4	Liebensteiner Thesen 2004 .....	27
<b>5</b>	<b>Wohin entwickelt sich PLM?</b> .....	31
5.1	In die Breite: Multidisziplinäre Produktentwicklung .....	31
5.2	Vor der Entwicklung .....	34
5.2.1	Innovationsmanagement .....	35
5.2.2	Anforderungsmanagement und Systems Engineering .....	37
5.2.3	Projektmanagement (PM) und Prozessmanagement .....	38
5.3	Produktentwicklung und Produktentstehung .....	40
5.4	Der Service im Produkt-Lebenszyklus .....	43
5.4.1	Kundendienst .....	43
5.4.2	Dienstleistung als Teil des Produkts .....	45

<b>6</b>	<b>Management gefordert</b> .....	49
6.1	Technische IT – Thema des Finanzvorstands? .....	50
6.2	PLM ist nicht (nur) IT-Thema .....	54
6.3	Biotop statt grüne Wiese .....	56
6.4	Der Mensch im Zentrum .....	58
<b>7</b>	<b>Die industrielle Praxis</b> .....	59
<b>8</b>	<b>Siemens AG</b> .....	61
8.1	5 Hebel – ein Ziel .....	63
8.2	Die fünf Ebenen von PLM .....	64
8.3	PLM unter dem Dach von Siemens .....	65
<b>9</b>	<b>AUDI AG</b> .....	69
9.1	Prozesse .....	71
9.2	Daten .....	72
9.3	IT-Harmonisierung .....	73
9.4	Virtual Prototyping .....	74
9.5	Produktion .....	75
9.6	Service .....	75
9.7	Blick voraus .....	75
<b>10</b>	<b>Blohm + Voss</b> .....	77
10.1	Daten .....	78
10.2	Prozesse .....	80
10.3	Anforderungen .....	81
10.4	Integration der Kernprozesse .....	81
10.5	Integration der Ingenieurdisziplinen .....	82
10.6	IT-Harmonisierung .....	83
10.7	Blick voraus .....	84
<b>11</b>	<b>CLAAS KGaA mbH</b> .....	85
11.1	Prozesse .....	86
11.2	Daten .....	88
11.3	IT-Harmonisierung .....	88
11.4	Virtual Prototyping .....	90
11.5	Service .....	90
11.6	Blick voraus .....	91
<b>12</b>	<b>Heidelberger Druckmaschinen AG</b> .....	93
12.1	Prozesse .....	95
12.2	Harmonisierte IT .....	96
12.3	Integration der Ingenieurdisziplinen .....	97
12.4	3D-Nutzung zur Integration der Kernprozesse .....	97
12.5	Blick voraus .....	99



<b>13</b>	<b>Siemens Transportation Systems in Graz</b> .....	101
13.1	Daten .....	103
13.2	Prozesse .....	103
13.3	Projekte .....	104
13.4	Anforderungen .....	104
13.5	Virtual Prototyping .....	106
13.6	Blick voraus .....	107
<b>14</b>	<b>Voith Paper</b> .....	109
14.1	Prozesse .....	111
14.2	Systeme .....	112
14.3	Service .....	113
14.4	Blick voraus .....	114
<b>15</b>	<b>IT und Systemintegration für PLM</b> .....	115
15.1	Prozessmanagement .....	118
15.2	Datenmanagement .....	120
15.3	Autorensysteme, Simulation .....	122
15.4	Visualisierung, Digital Mock-up .....	123
15.5	Digitale Fabrik .....	125
15.6	Systemintegration und PLM Dienstleistung .....	127
<b>16</b>	<b>PLM Markt 2008</b> .....	129
16.1	PLM Gesamtmarkt .....	130
16.2	Führende PLM-Anbieter .....	132
<b>17</b>	<b>Autodesk</b> .....	135
17.1	Meilensteine der Firmengeschichte .....	136
17.1.1	Gründung und erste Jahre .....	136
17.1.2	Die Ära Carol Bartz .....	138
17.1.3	Das neue Jahrtausend .....	139
17.2	Zentrale Produkte im Umfeld von PLM .....	141
17.3	Einsatzgebiete der Software .....	143
17.4	Marktauftritt .....	145
17.5	Positionierung und Strategie .....	146
<b>18</b>	<b>Dassault Systèmes</b> .....	149
18.1	Meilensteine der Firmengeschichte .....	150
18.1.1	Gründung und erste Jahre .....	150
18.1.2	Die Ausdehnung des Portfolios .....	151
18.1.3	Zentrale Produkte und Marken .....	153
18.2	Einsatzgebiete der Software .....	157
18.3	Marktauftritt .....	159
18.4	Positionierung und Strategie .....	160
<b>19</b>	<b>EPLAN Software &amp; Service</b> .....	163
19.1	Meilensteine der Firmengeschichte .....	164

19.1.1	Von Wiechers & Partner zu EPLAN Software & Service . . . . .	164
19.1.2	Von EPLAN zu Engineering Lösungen . . . . .	165
19.1.3	Das Unternehmen wächst weltweit. . . . .	166
19.2	Zentrale Produkte . . . . .	167
19.3	Einsatzgebiete der Software. . . . .	171
19.4	Marktauftritt . . . . .	173
19.5	Positionierung und Strategie . . . . .	174
<b>20</b>	<b>PROCAD GmbH &amp; Co. KG . . . . .</b>	<b>175</b>
20.1	Meilensteine der Firmengeschichte. . . . .	177
20.2	Zentrale Produkte und Lösungen. . . . .	178
20.3	Einsatzgebiete der Software. . . . .	181
20.4	Marktauftritt . . . . .	183
20.5	Positionierung und Strategie . . . . .	183
<b>21</b>	<b>Siemens PLM Software. . . . .</b>	<b>185</b>
21.1	Meilensteine der Firmengeschichte. . . . .	187
21.1.1	Von United Computing zu Siemens PLM Software . . . . .	187
21.1.2	Von CAM zu PLM . . . . .	188
21.2	Zentrale Produkte und Dienstleistungen. . . . .	189
21.3	Einsatzgebiete der Software. . . . .	192
21.4	Marktauftritt . . . . .	194
21.5	Positionierung und Strategie . . . . .	194
<b>22</b>	<b>IBM PLM Solutions. . . . .</b>	<b>197</b>
22.1	Meilensteine der Firmengeschichte. . . . .	199
22.1.1	Eine amerikanisch-deutsche Gründungsgeschichte . . . . .	199
22.1.2	Eine CAD und PDM Geschichte. . . . .	199
22.1.3	Ausbau in Richtung Software und Service . . . . .	201
22.2	Zentrale Produkte und Dienstleistungen. . . . .	203
22.3	Zielfmärkte . . . . .	205
22.4	Marktauftritt . . . . .	206
22.5	Positionierung und Strategie . . . . .	207
<b>23</b>	<b>TESIS PLMware . . . . .</b>	<b>209</b>
23.1	Meilensteine der Firmengeschichte. . . . .	211
23.2	Zentrale Produkte und Dienstleistungen. . . . .	212
23.3	Zielfmärkte . . . . .	214
23.4	Marktauftritt . . . . .	216
23.5	Positionierung und Strategie . . . . .	217
<b>24</b>	<b>PLM in Forschung und Lehre. . . . .</b>	<b>219</b>
24.1	Konstruktion, CAD, PDM, PLM – konsequente Entwicklung . . . . .	219
24.2	Die Vorrangstellung des Maschinenwesens . . . . .	220
24.3	Das Hindernis der Fakultätsgrenzen . . . . .	222

<b>25</b>	<b>ikt an der RWTH Aachen</b> .....	227
25.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	228
25.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	230
25.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	231
25.4	Kooperationen und Initiativen .....	233
25.5	Visionen .....	234
<b>26</b>	<b>Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen (Lehrstuhl für Produktionssystematik)</b> .....	235
26.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	237
26.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	238
26.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	240
26.4	Kooperationen und Initiativen .....	242
26.5	Visionen .....	243
<b>27</b>	<b>Fraunhofer IPK/IWF an der TU Berlin</b> .....	245
27.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	247
27.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	249
27.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	250
27.4	Kooperationen und Initiativen .....	252
27.5	Visionen .....	253
<b>28</b>	<b>ITM an der Ruhr-Universität Bochum</b> .....	255
28.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	257
28.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	258
28.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	261
28.4	Kooperationen und Initiativen .....	264
28.5	Visionen .....	265
<b>29</b>	<b>DiK an der Technischen Universität Darmstadt</b> .....	267
29.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	269
29.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	270
29.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	272
29.4	Kooperationen und Initiativen .....	274
29.5	Visionen .....	275
<b>30</b>	<b>KTC an der Technischen Universität Dresden</b> .....	277
30.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	279
30.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	280
30.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	282
30.4	Kooperationen und Initiativen .....	283
30.5	Visionen .....	284
<b>31</b>	<b>VPE an der Technischen Universität Kaiserslautern</b> .....	285
31.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	287
31.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM .....	288
31.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM .....	290

31.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	291
31.5	Visionen . . . . .	292
<b>32</b>	<b>IMI an der Universität Karlsruhe (TH)</b> . . . . .	<b>293</b>
32.1	Kernkompetenzen und Ziele . . . . .	295
32.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM . . . . .	296
32.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM . . . . .	298
32.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	300
32.5	Visionen . . . . .	301
<b>33</b>	<b>CIMTT an der Fachhochschule Kiel</b> . . . . .	<b>303</b>
33.1	Kernkompetenzen und Ziele . . . . .	304
33.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM . . . . .	304
33.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM . . . . .	306
33.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	307
33.5	Visionen . . . . .	308
<b>34</b>	<b>LMI an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg</b> . . . . .	<b>309</b>
34.1	Kernkompetenzen und Ziele . . . . .	311
34.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM . . . . .	313
34.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM . . . . .	314
34.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	316
34.5	Visionen . . . . .	317
<b>35</b>	<b>Informatik Lehrstuhl IV an der Technischen Universität München</b> . . . . .	<b>319</b>
35.1	Kernkompetenzen und Ziele . . . . .	321
35.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM . . . . .	322
35.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM . . . . .	323
35.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	325
35.5	Visionen . . . . .	326
<b>36</b>	<b>Lehrstuhl für Produktentwicklung an der Technischen Universität München</b> . . . . .	<b>327</b>
36.1	Kernkompetenzen und Ziele . . . . .	329
36.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM . . . . .	330
36.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM . . . . .	334
36.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	336
36.5	Visionen . . . . .	336
<b>37</b>	<b>Lehrstuhl für Produktentstehung am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn</b> . . . . .	<b>339</b>
37.1	Kernkompetenzen und Ziele . . . . .	341
37.2	Schwerpunkte der Lehre im Umfeld PLM . . . . .	343
37.3	Schwerpunkte der Forschung im Umfeld PLM . . . . .	347
37.4	Kooperationen und Initiativen . . . . .	350
37.5	Visionen . . . . .	351

<b>38</b>	<b>Organisationen, Verbände, Vereine</b> .....	353
<b>39</b>	<b>acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften</b> .....	355
39.1	Organisation und Ziele .....	356
39.2	Aktivitäten .....	357
<b>40</b>	<b>Berliner Kreis</b> .....	359
40.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	360
40.2	Aktivitäten .....	360
<b>41</b>	<b>CIMdata</b> .....	365
41.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	366
41.2	Aktivitäten .....	368
41.3	Vision .....	369
<b>42</b>	<b>FhG Fraunhofer Gesellschaft</b> .....	371
42.1	Organisation und Ziele .....	372
42.2	Aktivitäten .....	374
42.3	Vision .....	375
<b>43</b>	<b>ProSTEP iViP Verein</b> .....	377
43.1	Kernkompetenzen, Ziele .....	379
43.2	Kooperationen, Initiativen .....	380
43.3	Aktivitäten .....	381
43.4	Vision .....	382
<b>44</b>	<b>PDT Europe</b> .....	383
<b>45</b>	<b>sendler\circle it-forum</b> .....	385
45.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	386
45.2	Vision .....	387
<b>46</b>	<b>VDA-Arbeitskreis PLM</b> .....	389
46.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	390
46.2	Aktivitäten und Kooperationen .....	390
46.3	PLM und der VDA-AK PLM .....	393
<b>47</b>	<b>VDMA-Abteilung Informatik und VDMA-Fachverband Software</b> .....	395
47.1	Kernkompetenzen und Ziele .....	396
47.2	Aktivitäten und Kooperationen .....	397
47.3	Vision .....	399
<b>48</b>	<b>PLM-Ansprechpartner</b> .....	401
<b>Index</b> .....		407

Ist Produkt-Lebenszyklus-Management (PLM) ein System oder eher eine Strategie? Geht es hauptsächlich um die Installation neuer Software oder um die bessere Integration der vorhandenen? Ist PLM 3D? Ist es in erster Linie Prozessoptimierung, und die IT nur zweitrangig? Fängt PLM mit der Konstruktion an oder schon mit der Idee? Hört es beim Anlaufen der Fertigung auf oder nicht? Wie weit müssen sich Marketingverantwortliche damit befassen? Wie weit der Kundendienst? Wie weit die Geschäftsleitung?

Zu PLM gibt es viele Fragen. Und wie so oft gibt es darauf unüberschaubar viele Antworten. Wer sich mit dem Thema PLM beschäftigt, der kennt das Bild vom Elefanten gut. Ob Berater oder Systemintegratoren, Hightech Gurus oder Professoren, Anbieter von Software oder Middlewareplattform, IT-Manager oder Entwicklungsleiter in der Industrie – in einem Punkt sind sich alle einig: PLM ist ein Elefant, aus menschlicher Sicht ein Ungetüm.

War schon die Einführung von CAD und noch mehr der Umstieg vom Medium technische Zeichnung zum 3D-Modell nicht leicht zu vermitteln, war der Schritt von der Konstruktion hin zur Prozesskette des Concurrent Engineering mit heftigen Rückschlägen gepflastert, bei PLM sind die Verhältnisse exponentiell komplexer. Das Thema hat so viele Facetten, so viele Bausteine und Baustellen, dass es von jedem Blickwinkel anders aussieht, dass es sich jedem, der sich damit beschäftigt, anders darstellt. Die Komplexität von beteiligten Personen, Prozessen und eingesetzten Ressourcen ist dermaßen überwältigend, dass vor dem Start und der erfolgreichen Umsetzung strategischer PLM-Konzepte eine Menge von Hemmungen und Befürchtungen zu überwinden sind. Von den Stolpersteinen, die von manch interessierter Stelle mutwillig in den Weg geworfen werden, gar nicht zu reden.

Zur Beruhigung wird dann häufig der Elefant kleiner geredet. Natürlich könne man so ein großes Tier nicht auf einmal ‚verspeisen‘. In Scheiben geschnitten sei es dagegen gar nicht so schwierig. PLM hat eine regelrechte Hochkonjunktur der altbekannten Salamtaktik ausgelöst. Man zerlege das Ungetüm in einzelne Aufgabenpakete, die Schritt für Schritt abgearbeitet und realisiert werden können, und das Problem erweist sich als lösbar.

Die Definition realistischer Stufenpläne und die Zergliederung großer Projekte in sinnvolle Teilprojekte ist selbstverständlich eine wichtige Grundbedingung für die

erfolgreiche Umsetzung von Unternehmensstrategien. Da macht PLM keine Ausnahme. Aber je näher man die vielen unterschiedlichen Ansätze untersucht, desto mehr drängt sich der Verdacht auf, dass die Gefahr der Inangriffnahme allzu umfassender Mammutprojekte, die auf einen Schlag alles ändern sollen, möglicherweise kleiner ist als die, vor lauter leicht umsetzbaren Strategiescheibchen das Gesamtziel – nämlich das strategische Management des Produkt-Lebenszyklus – aus den Augen zu verlieren.

Dabei spielt es keine Rolle, von welcher Seite der Elefant zerlegt wird. Ob zuerst der Prozess zu analysieren und zu definieren ist, ob eher zunächst das saubere Management der Entwicklungsdaten kommt, ob die Kosten wichtiger sind oder die einzusparende Zeit, ob die Entwicklung Vorrang vor der Produktion hat – all das und mehr sind Teile des Puzzles, Detailfragen, Unterthemen, bei deren Behandlung das übergeordnete Gesamtthema allen Diskussionsteilnehmern klar sein und bleiben sollte.

Darin nämlich liegt die eigentliche Herausforderung von PLM: sich im Unternehmen und im Verbund mit Partnern und Lieferanten auf eine gemeinsame Sichtweise und Sprache zu verständigen, was Kern und was Ziel dieser Sonderaufgabe des Managements ist. Genau dabei soll das PLM Kompendium eine praktische Hilfe sein.

Es soll ein Gesamtbild zeichnen und dazu alle denkbaren Standpunkte zur Betrachtung einnehmen. Nicht nur den der IT, die in den vergangenen 25 Jahren oft neue Entwicklungen angetrieben und auch bei PLM eine führende Rolle gespielt hat. Nicht nur den der Wissenschaft, die das Thema unter akademischen und Forschungsgesichtspunkten angeht. Und auch nicht nur die Perspektive der Verantwortlichen in der Industrie, die mit PLM eine Lösung drängender Probleme zu finden hoffen. Zwischen den zwei Deckeln dieses Buches finden Sie – wenn es gelungen ist – alle Gesichtspunkte, die zum Verständnis des Themas wichtig sind.

Es beginnt mit der genaueren Bestimmung des Begriffs PLM, wobei die unterschiedlichen Sichten darauf untersucht und deren besondere, daraus resultierende Vorstellungen in das Gesamtbild eingeordnet werden. Die Fertigungsindustrie hat eine andere Sicht als die IT-Anbieter, ein Produzent eine etwas andere als ein Dienstleistungsanbieter. Was vielleicht noch wichtiger ist: Ein Entwicklungsleiter hat eine andere Sicht darauf als ein Geschäftsführer, ein Marketingmanager eine andere als der Einkaufsleiter oder der Controller.

Diese sehr unterschiedlichen Sichten, die selbstverständlich alle ihre Berechtigung haben, zu verstehen, ist Grundvoraussetzung für erfolgreiche PLM-Strategien. Denn alle spielen mit, alle haben eine Rolle, die jederzeit zur Hauptrolle werden kann. Und nur wenn alle Akteure die Perspektive der anderen Mitspieler zu verstehen versuchen, ist eine gemeinsame Kommunikation denkbar.

Oder um es anders zu formulieren: PLM eignet sich hervorragend dazu, im Unternehmen oder in Netzwerken verteilter Entwicklung Stoff für Polarisierung und gegenseitige Profilierung zu bieten. Das äußert sich gerne in frucht- und endlosen Debatten über den Begriff PLM und seine ‚richtige‘ Definition, sein ‚richtiges‘ Verständnis. Ohne die zügige Einigung, was im konkreten Fall darunter zu verstehen ist und welches Ziel angepeilt wird, besteht das Risiko eines Projektes, das viel Zeit und noch mehr Geld kostet, ohne wirklich zu einer Verbesserung des Managements beizutragen.

2004 haben sich die führenden Anbieter von Software für den Produktentstehungsprozess im *sender\circle* mit den in Liebenstein verabschiedeten ‚Liebensteiner Thesen‘ auf eine gemeinsame Definition von PLM verständigt. Damit gibt es eine

Begriffsbestimmung, die nicht unwesentlich zur Klärung und Verankerung des gesamten Themas beigetragen hat. Bei der Schnelligkeit der Entwicklung in der Industrie und erst recht in der Softwareindustrie ist es sinnvoll, diese Thesen immer wieder auf den Prüfstand zu stellen. Was gilt nach wie vor, was hat sich geändert? Wo ist Erweiterung nötig, wo Präzisierung?

Wünschenswert wäre eine ähnliche Festlegung auf Seiten der Industrie, beispielsweise über einen der Verbände oder Vereine. Das ermöglichte einen Vergleich, aber vor allem wäre es die Grundlage für die Suche nach einer übergreifenden Verständigung. Gegenwärtig und also für die erste Ausgabe des PLM Kompendiums steht eine solche Definition leider nicht zur Verfügung.

Nach der Untersuchung der unterschiedlichen Sichten auf das Thema befasst sich das Buch mit den Ansätzen für PLM Konzepte in der Industrie. Anschaulichen Beispiele lassen deutlich werden, welche Vorgehensweisen in der Industrie anzutreffen sind. Die Gesprächspartner für diesen Teil, Entwicklungsleiter, Prozessverantwortliche und Verantwortliche für die Engineering IT, manche auch in ihren Unternehmen offiziell als PLM-Verantwortliche positioniert, haben Wert darauf gelegt, ein realistisches Bild zu zeichnen. Es soll deutlich werden, was die Umsetzung von PLM erleichtert, aber auch, was sie unter Umständen erschwert oder gar behindert. Und welche Problemstellungen möglicherweise gar nicht mit Hilfe von PLM zu lösen sind.

So wie die verschiedenen Sichtweisen und Ansätze eine Orientierung ermöglichen, so ist natürlich für alle, die mit dem Thema in Berührung kommen, wichtig zu wissen, welches die Player sind, die hier eine Rolle spielen. Damit befassen sich die übrigen Teile des Kompendiums.

Welche IT-Hersteller und Systemintegratoren sind führend? Wo kommen sie her, welches Portfolio bieten sie in Zusammenhang mit PLM an? Wie umfassend ist ihr Ansatz, welche Bestandteile und Aspekte von PLM lassen sich mit ihren Produkten umsetzen? Hier können – trotz gründlicher Bereinigung des Marktes in den vergangenen fünfzehn Jahren – nicht alle vorgestellt werden. Das Kompendium konzentriert sich in dieser Ausgabe erstens auf die in Europa und besonders im deutschsprachigen Raum bedeutenden Anbieter, und auch hier sind nicht alle Sparten vertreten. So ist das Angebot im Umfeld von Simulation und Berechnung, aber auch im Bereich Computer Aided Manufacturing (CAM) nach wie vor erheblich größer, als die relativ kleine Gruppe der betrachteten Anbieter vermuten lassen könnte.

Sieben Anbieter haben die Entstehung des PLM Kompendiums nicht nur mit finanzieller Beteiligung an den Kosten, sondern auch mit ausführlichem Input und zur Verfügung gestelltem Material unterstützt. Über diese Unternehmen sind jeweils eigene Kapitel zu finden. Ohne ihre Unterstützung, für die ich mich an dieser Stelle besonders bedanke, hätte das Kompendium nicht erscheinen können.

Großen Zuspruch fand die Idee des Buches auch bei den Vertretern von Forschung und Lehre, die sich – mehr oder weniger stark – mit PLM oder Teilfragen des Themas beschäftigen. Alle von mir angesprochenen Professoren sich bereiterklärt, die Schwerpunkte ihrer Tätigkeiten, ihrer Projekte und Lehrveranstaltungen, die Besonderheiten ihrer Institute zu erläutern. Dafür mein herzlicher Dank. Ich weiß, wie sehr auch an den Hoch- und Fachhochschulen Zeit zu einem unbezahlbaren Gut geworden ist.



Auch hier sind nicht alle aufgeführt und vorgestellt. Gerade dieser Teil des Buches mag in künftigen Auflagen weiter wachsen. Vor allem in Richtung anderer Fakultäten als des Maschinenbaus, aber auch in Richtung der Fachhochschulen. Gegenwärtig ist es vor allem der Maschinenbau, der sich des Themas angenommen hat. Aber unübersehbar ist der Trend zu multidisziplinären Produkten in allen Branchen der Industrie angekommen, und entsprechend kann auch die Frage des Managements der Lebenszyklen dieser Produkte nicht mehr von einer Domäne allein beantwortet werden. Elektrotechnik, Elektronik und Informatik bestimmen heute schon wesentliche Funktions- und Leistungsumfänge moderner Produkte aller Art. Es ist nur folgerichtig, dass sich diese Form interdisziplinärer Zusammenarbeit auch in PLM-Konzepten niederschlägt. Und das wird die herkömmlichen Fakultätsgrenzen nicht unberührt lassen.

Der letzte Teil des Kompendiums stellt im Umfeld von PLM wichtige Vereine, Verbände und Organisationen vor. Auch hier gilt: Die Darstellung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Beim VDI war nicht ausfindig zu machen, wer sich explizit damit befasst, und auch vom BDI ist nicht bekannt, dass er Aktivitäten in dieser Richtung entfaltet. Außer Vereinen und Verbänden sind hier auch Organisationen aufgenommen, die in erster Linie wirtschaftliche Ziele verfolgen. Aber als Organisatoren von PLM Veranstaltungen oder Analysten genießen sie international und auch im deutschsprachigen Raum ein hohes Ansehen, das ihre Vorstellung rechtfertigt.

Das PLM Kompendium hat einen hohen Anspruch. Es will nicht eine neue Theorie, eine neue Sicht zu den vielen vorhandenen hinzufügen. Alle Facetten des Themas sollen in diesem Buch abgebildet sein, alle Akteure, wichtige Unternehmen und nicht zuletzt in allen Bereichen wichtige, herausragende Ansprechpartner, an die sich der Leser vielleicht in einen oder anderen Fall mit einer Detailfrage wenden möchte. Wenn dies gelungen ist, verdankt sich das einer ungewöhnlich großen Bereitschaft zur Unterstützung bei einer enormen Zahl von Interviewpartnern. Ihnen allen gilt mein Dank, dass sie sich die Zeit für intensive Gespräche genommen und mir bei der Zusammenstellung des Materials geholfen haben.

Wenn sich zehn Fachleute über PLM zu Wort melden, dürften ihre Äußerungen auf zehn unterschiedlichen Vorstellungen darüber beruhen, was unter PLM zu verstehen ist. Wir wollen deshalb – um alle zehn einzufangen – mit einer Begriffsbestimmung beginnen, die nicht auf eine Industriesparte, nicht auf eine bestimmte Größe von Unternehmen und nicht auf einen einzelnen Hauptaspekt und eine besondere Perspektive beschränkt ist. Zunächst einmal muss klar sein, was in diesem Buch mit Produkt-Lebenszyklus gemeint ist.

Jedes Produkt hat einen Lebenszyklus. Jedes Unternehmen, das Produkte herstellt, muss diesen Lebenszyklus managen. Dennoch ist das Thema Produkt-Lebenszyklus-Management ziemlich jung, die Debatte in dieser Form kaum geführt. Dass sie jetzt so intensiv geführt wird, liegt zum einen daran, dass Entwicklung, Produktion, Vertrieb, Produkteinsatz, Wartung und selbst das Recycling so komplizierte und komplexe Prozesse geworden sind, dass nicht selten die Übersicht verloren geht. Zum anderen liegt es an dem Tempo, das unser Leben und das der Produkte, die wir dabei nutzen, bestimmt. Die Geschwindigkeit verkürzt zwar nicht unser Leben, aber sie beruht unter anderem und nicht zuletzt auf einer dramatischen Verkürzung der Lebenszeit beinahe aller Produkte.

Die Komplexität: Hohe Spezialisierung erlaubt zwar die Konzentration auf kleine, überschaubare Aufgabengebiete, erschwert aber gleichzeitig den Zugang und das Verständnis für andere Bereiche. Der Kundendienstmitarbeiter eines Automobilhändlers hat nur eine begrenzte Vorstellung davon, ob und wie seine Erkenntnisse beispielsweise über einen gehäuft auftretenden Fehler im Automatikgetriebe eines Fahrzeug beim Hersteller Eingang finden, und wie solche Erkenntnisse zurückfließen bis in jene Unternehmensbereiche, in denen sinnvolle oder notwendige Änderungen beschlossen und in der Entwicklungsabteilung in Auftrag gegeben werden. Der Informatiker hat eine Sprache und Begrifflichkeit entwickelt, die dem Maschinenbau-Ingenieur fremd und größtenteils unverständlich ist.

Das Tempo: Vor zwanzig Jahren dauerte die Neuentwicklung eines Kraftfahrzeugs in Europa und den USA rund sechs bis sieben Jahre, heute zwei bis drei. Deutlich mehr als die Hälfte der Entwicklungszeit konnte eingespart werden, während gleichzeitig die explodierende Typen- und Variantenvielfalt die Hersteller von Großserien für enorme Probleme stellte. Mobiltelefone sind fast schon veraltet, wenn sie auf den

Markt kommen. Wenige Monate müssen genügen, um mit der nächsten Lösung ins Rennen um Marktanteile zu gehen. Für solches Wettrennen sind die alten Methoden und Vorgehensweisen der Industrie nicht mehr adäquat.

Deshalb ist PLM zu einem Trend in der industriellen Entwicklung geworden, um die Prozesse den Anforderungen der Gegenwart und Zukunft anzupassen. Denn soweit sich alle Beteiligten einig: Es wird keinen neuen Standardprozess geben, keine Entwicklungsmethodik, keine Organisationsform, die wie früher über Jahrzehnte gleich bleiben kann. Die wichtigste Anpassung wird vielmehr darin bestehen, Strukturen der Zusammenarbeit und Kommunikation zu entwickeln, die schnell und einfach zu ändern sind. Dabei wird PLM eine wichtige Rolle spielen, vielleicht sogar eine entscheidende.

---

## 2.1

### Produkt

Wenn wir von Produkten sprechen, meinen wir alle Arten von Produkt. Die Maschine, das Transportmittel, die Produktionsanlage und das Gebrauchsgut ebenso wie Beratung, Versicherung und Dienstleistung. Interessanterweise sind es übrigens gerade Unternehmen aus Branchen wie der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie und Energieversorger, die in letzte Zeit entdecken, dass PLM auch für sie enorme Vorteile bietet. Obwohl bei der Entwicklung entsprechender Konzepte ursprünglich kaum jemand an diese Bereiche gedacht hat. Der Fokus lag eindeutig auf der Industrie der sogenannten diskreten Fertigung von Investitions- und Gebrauchsgütern sowie Automotive und Flugzeugbau.

In diesem Buch ist ein Produkt alles, was entwickelt und hergestellt wird mit dem Ziel, es selbst oder seine Nutzung zu verkaufen. Auch wenn es im Rahmen einer Wertschöpfung nur in einem Zwischenschritt zum Zug kommt und gewissermaßen ein Zwischenprodukt ist.

Dennoch werden sich die Beispiele auf diejenigen Produkte konzentrieren, deren Industrien gegenwärtig die Hauptnutzer und zugleich die Haupttreiber von PLM sind. Aber auch dort bleibt ja nichts, wie es war. Wer heute noch Maschinen entwickelt und zum Verkauf anbietet, mag übermorgen schon teilweise oder ganz Anbieter von Prozessberatung und Dienstleistung sein.

---

## 2.2

### Produktleben

Was ist ein Produktleben? Das hängt ganz vom Betrachter ab. Der Endkunde, der Verbraucher oder Benutzer eines Produktes, versteht darunter den Zeitraum, den es für ihn – zum Beispiel als Gebrauchsgut – existiert. Er denkt an eine neue Schreibtischlampe, er sucht sich eine passende, kauft sie und nutzt sie über etliche Jahre, bis sie

defekt ist oder ihm nicht mehr gefällt. Dann wird sie entsorgt und durch eine neue ersetzt. Den Kunden interessiert nur dieser Teil des Produktlebens. Was vorher war und nachher kommt, ist für ihn nicht wichtig. Wer die Idee für die Lampe hatte, wer sie entwickelt hat, welche Methoden und Werkzeuge dabei zum Einsatz kamen, wie und wo sie hergestellt wurde, in welchem Vertragsverhältnis Hersteller und Händler zueinander stehen – all das sind Fragen, die den Endverbraucher in aller Regel nicht interessieren. Auch wenn es Probleme gibt in diesem kleinen Produktleben aus Kundensicht, wenn Reparaturen oder ein Ersatz notwendig werden, dringt der Verbraucher nicht weiter vor in die Umgebung des Herstellers.

Für den Produzenten aber und alle, mit denen er rund um das Produkt Geschäftsbeziehungen unterhält, stellt sich dessen Leben völlig anders dar, und das eben beschriebene ist nur ein kleiner Ausschnitt davon.

Es beginnt mit der Idee eines Produktes, mit dem ein Geschäftsmodell verknüpft wird. Es kann sich um ein völlig neues Produkt handeln, um etwas, das es noch nie gegeben hat, für das es keinen Vergleich gibt. Es kann sich aber auch – und das ist weitaus häufiger der Fall – um eine Weiterentwicklung handeln, um ein Nachfolgeprodukt, um eine neue Generation einer bereits bekannten und etablierten Ware.

Ideen haben einen weiten Weg bis zum Produkt zurückzulegen. Die meisten kommen überhaupt nicht so weit. Weniger als zehn Prozent aller Ideen schaffen es in ein Produktprojekt, weniger als 5 Prozent können erfolgreich in Produkte umgesetzt werden. Die anderen – und das ist eines der Themen, die uns auch im Zusammenhang mit PLM beschäftigen – gehen meist unwiederbringlich verloren. Leider, denn vielleicht wäre die eine oder andere mit anderen Technologien, neuen Materialien oder verbesserten Methoden ein Erfolgsschlager. Vielleicht zwingt sogar eine Änderung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen oder der Gesetzeslage gerade zu solchen Ideen, die dann nicht mehr aufzufinden sind.

Will man das Produktleben mit dem menschlichen Leben vergleichen, ist die Idee so etwas wie der Fötus. Erst mit der Entscheidung für ein Entwicklungsprojekt wird das Produkt geboren, kommt es auf die Welt. Einige der Aktivitäten, die seine ersten Anfänge prägen, beginnen also bereits in der Vorentwicklungsphase. Denn vor der Entscheidung, eine Idee zu verwirklichen, werden ja zahlreiche Überlegungen angestellt und Fragen formuliert, von deren Beantwortung die Beschlüsse letztlich abhängen. Gibt es dafür einen Markt, und wenn ja, was erwartet er von diesem Produkt? Welche Eigenschaften muss es haben, welche Anforderungen erfüllen, welche Funktionen bieten? Lassen sich diese Anforderungen realisieren, und wenn ja, unter welchen Bedingungen und zu welchen Kosten? In Verbindung mit PLM treten diese Fragen – wie wir noch sehen werden – immer mehr in den Vordergrund. Wobei zunehmend von Systemen statt von Produkten gesprochen wird. Und von Systems Engineering, von Systementwicklung als Synonym für Produktentwicklung. Denn mehr und mehr werden Produkte – völlig unabhängig von ihrer Größe und Bedeutung – zu komplexen Systemen.

Fällt schließlich die Entscheidung pro Produkt, beginnen die Ingenieure, unterstützt von Einkauf, Materiallager und Werkzeugbau, mit ihrer eigentlichen Entwicklungsarbeit. Teile werden bestellt und zugekauft. Für andere wird Material geordert und sie werden konstruiert, um sie selbst zu fertigen oder sie extern fertigen zu lassen. Je nach Bedarf kommt Elektrik und Elektronik ins Spiel, sind Chips mit eingebetteter Software zu integrieren. Welche Funktion soll wie erfüllt werden, wo spielt welche Ingenieur-

disziplin die Hauptrolle, wie spielen alle zusammen? Für die zu fertigenden Teile müssen Werkzeuge und Formen konstruiert und entwickelt werden.

Früher kam als nächster Schritt der Versuch, der Prototypenbau und Testserien. Heute werden viele Arten von Tests bereits am Computermodell des neuen Produktes simuliert. Manchmal sind physikalische Prototypen gänzlich überflüssig geworden. Simulation und Vorausberechnung sind dabei nicht mehr nachgelagert, sondern Teil einer umfassenden Prozesskette.

Dieser Bereich heißt heute allgemein Produktentwicklung oder Engineering. Der Blick auf den Einzelschritt tritt gegenüber dem Gesamtprozess in den Hintergrund. Bis vor kurzem waren PLM-Konzepte hauptsächlich auf diese Prozesskette fokussiert, und entsprechende Softwarelösungen unterstützten im wesentlichen die Umsetzung von Produktkonzepten bis hin zur Freigabe für die Produktion. Obendrein lag der Schwerpunkt klar auf der Mechanik und dem Maschinenbau. Ein solch begrenzter Fokus lässt sich immer seltener aufrechterhalten. Die Integration der unterschiedlichen Disziplinen und ihrer Teilprozesse und die Zusammenarbeit zwischen ihnen in Richtung auf das gemeinsame Ziel werden zu einer Kernaufgabe von PLM.

Auch die Fertigung und die Montage von Teilen, Komponenten und Baugruppen zum Gesamtprodukt, der nächste Abschnitt im Produktleben, gerät zunehmend unter den Druck der Digitalisierung. Oder besser: Die Digitalisierung ermöglicht nicht nur eine schnellere Entwicklung von Produkten, sondern auch eine grundlegende Verbesserung der Fertigung. Jeder Schritt des Produktionsvorgangs, von der Werkzeugherstellung über das Spritzgießen oder Tiefziehen, die Einrichtung von Maschinen und Werkhallen, selbst die Bewegung des Maschinenbedieners oder Monteurs – alles lässt sich schon auf dem Bildschirm simulieren, bevor es Realität wird. Damit sind Produktionsplanung, Fertigungsvorbereitung und Fertigungssteuerung sehr viel näher an die Produktentwicklung herangerückt. Je besser sie mit den aus der Produktentwicklung stammenden Daten versorgt werden, je enger sie mit dem vorgelagerten Prozess verzahnt sind, desto sicherer können sie den nächsten Schritt planen, desto kürzer wird der Folgeprozess, desto hochwertiger das Ergebnis, das Produkt.

Auch diese Verzahnung von Produktentwicklung, Produktionsplanung, Produktion und Endmontage wird zusehends zu einem Teilgebiet von PLM. Die klare Trennung zwischen Entwicklung und Fertigung wird spürbar zu einem Hindernis, das überwunden werden soll. Zur begrifflichen Einordnung dieser neuerlichen Erweiterung der Prozesskette hat sich – zuerst in der Automobil- und Flugzeugindustrie – der Terminus Produktentstehungsprozess oder auch kurz PEP eingebürgert. Er umfasst neben der eigentlichen Produktentwicklung auch die Vorbereitung und Planung der Produktion und der Produktionsanlagen. Dieser Begriff wird mittlerweile auch weit über diese Branchen hinaus verwendet.

Rollt das Auto vom Band oder ist die Druckmaschine in der Druckerei in Betrieb genommen, beginnt die nächste Phase des Produktlebens, der praktische Einsatz oder die Nutzung beim Endkunden. Ob sie länger oder kürzer ist als die früheren Phasen, hängt von vielen Dingen ab und ist von Produkt zu Produkt sehr unterschiedlich.

Die Nutzung konnte noch bis vor gar nicht langer Zeit relativ gut von Entwicklung und Produktion getrennt werden. An der Schnittstelle waren Vertrieb oder Handel aktiv. Während der Nutzung kümmerte sich im Bedarfsfall der Service. Eine Rückkopplung zu den Entwicklungs- und Fertigungsbereichen gab es nur in Ausnahmesitu-

ationen. Dies hat sich geändert und ändert sich in atemberaubendem Tempo weiter. Wofür es zahlreiche naheliegende Gründe gibt.

Wenn ein Bahnbetreiber bei einer Prüfung von Radachsen feststellt, dass eine bestimmte Charge von Achsen offenbar das Risiko eines Bruchs in sich trägt, ist es – angesichts weltweiter Vernetzung von jedermann mit jedermann – schon kaum noch zu vermitteln, wenn die Bahngesellschaft sich nicht sofort mit den Herstellern und Lieferanten der Achsen kurzschließen kann, um Ursachen und exakte Risiken eingrenzen und schnellstens Abhilfe schaffen zu können. Wenn Funktionen eines Mobiltelefons fast ausnahmslos durch Software bestimmt sind, fällt es den Kunden schwer zu akzeptieren, dass eine Fehlfunktion nicht kurzfristig durch Aufspielen einer fehlerfreien Softwareversion behoben werden kann. Die technologische Entwicklung setzt die Erwartungen an den Service erheblich höher. Solche Erwartungen sind ohne umfassende PLM Konzepte und ohne transparente, zentrale Verwaltung der Produktdaten nicht zu erfüllen, die den Service und den Kunden mit einbeziehen.

Aber das Verhältnis zwischen Kunde oder Nutzer und Hersteller beziehungsweise Lieferant ist längst nicht mehr auf Fragen von Mängeln, Reparaturen oder Gewährleistung beschränkt. Mit Web 2.0 begibt sich der Kunde in eine Gemeinschaft, in eine virtuelle Welt rund um das Produkt. Möglicherweise bestellt er das Produkt bereits auf diesem Weg und gibt seine Detailwünsche weiter, die mehr und mehr in Entwicklung und Fertigung umgesetzt werden können. Die Verbindung zwischen Produzent und Nutzer besteht dann nicht mehr nur in der Markenbindung des Kunden. Sie wird in wachsendem Maße allgegenwärtig. Der Kunde ist nicht mehr nur Käufer und Nutzer, nicht mehr ‚Endkunde‘. Seine Nutzung des Produktes und seine Erfahrungen damit, sein Verhältnis zum Produkt und zum Produzenten wird zum integralen Bestandteil des Produktlebens.

Erreicht ein Produkt das Ende seines Lebens, wird es nur noch selten einfach weggeworfen. Das Recycling der einzelnen Bauteile und Komponenten wird weitgehend und in immer größeren Teilen der Erde gesetzlich geregelt. Und es kann zu einem keineswegs nebensächlichen Kostenfaktor für den Hersteller werden, ob und welche Teile der von ihm vermarkteten Waren sich wieder verwerten lassen oder als Sondermüll entsorgt werden müssen. Diese Fragen sind längst zu einem wichtigen Bereich der Anforderungen geworden, die schon bei der Entwicklung zu berücksichtigen sind und die Entscheidung für ein Entwicklungsprojekt beziehungsweise für die konkrete Art seiner Realisierung beeinflussen.

---

## 2.3

### Produkt-Lebenszyklus

Das also ist das Leben eines Produktes aus Sicht der Industrie. Von einem Zyklus zu sprechen ist absolut berechtigt, nicht nur, weil heute selbst das Recycling die Entwicklung beeinflusst. Auch weil es keine einseitige Bewegung vom Produkt zum Kunden mehr gibt, selbst nicht in Bereichen, wo dies einmal möglich war. Lange bevor ein Produkt aus dem Verkehr gezogen wird, muss die Entwicklung des Folgeproduktes abgeschlossen sein. In die Ideenfindung dafür gehen die Rückmeldungen aus dem

Markt, also beispielsweise auch aus der Nutzung des Vorgängers oder anderer Produkte ein und sind sogar zunehmend wichtiger als jene, die im eigenen Haus gefunden wurden. Hier ist das Marketing, die Marktforschung oder Innovationsabteilung eines Unternehmens der Akteur, der seinen Teil zum Funktionieren des Kreislaufs beiträgt. Für einen Kreislauf, der immer schneller dreht.

Je kürzer aber die Phasen und Zyklen und je größer die Abhängigkeit der Phasen und der jeweils Beteiligten voneinander, desto gravierender sind natürlich die Auswirkungen von Fehlern. Das magische Dreieck von Kosten, Zeit und Qualität muss in immer kürzeren Abständen neu justiert werden. Eine Konzentration auf eine bestimmte Phase des Produktlebens, etwa auf die Fertigung oder auf die Konstruktion, ist dabei immer weniger möglich. Der gesamte Kreislauf muss beherrscht werden.

---

## 2.4

### **Produkt-Lebenszyklus-Management**

Die Industrie ist es gewohnt, die Verantwortung auf Kernbereiche wie Marketing, Forschung und Entwicklung, Produktion, Vertrieb und Service zu verteilen. Und das Management steuert den Gesamtprozess in der Regel über technische Leitung, Controlling und Vertrieb. Aber diese herkömmlichen Strukturen reichen nicht mehr aus, ebenso wenig wie die Strukturen und Prozesse in den einzelnen Bereichen sich noch längerfristigen Standards unterwerfen lassen. Alles ist im Fluss, panta rhei, sagten die Griechen. Alles fließt immer schneller, müssen wir heute ergänzen. Und das Fließen, das gute und möglichst reibungslose Funktionieren des Zyklus ist beim Produktleben zu einer Aufgabe geworden, der sich das Management im Unternehmen stellen, für die es eine Lösung finden muss. Produkt-Lebenszyklus-Management hat sich dafür als Begriff etabliert.

Es ist nicht einfach, die richtige Lösung im konkreten Fall zu finden. Soll diese Aufgabe von der Entwicklungsleitung übernommen werden oder vom Marketing? Wäre die Leitung der Produktion eher dafür prädestiniert oder der IT-Leiter? Klar ist nur, dass die gegenwärtige Nichtbeachtung oder zumindest Geringschätzung der Aufgabenstellung durch das Management der meisten Unternehmen keine Lösung darstellt. Es kann nicht eine Nebenaufgabe von Produkt- oder Datenmanagement, Normenstelle oder Qualitätssicherung sein. Das Thema betrifft alle Bereiche, alle Prozesse eines Unternehmens, alle Standorte, alle Partner, alle Kunden. Von seiner erfolgreichen Behandlung hängt der Erfolg des Produktes, die Position auf dem Markt und letztlich tatsächlich die Existenz des Unternehmens ab. Wenn das keine Aufgabe für die Führungsebene eines Unternehmens ist, was dann?

Es war nicht die oberste Entscheidungsebene in der Industrie, von der die Idee des Produkt-Lebenszyklus-Managements ausging. Meist auch nicht die oberste IT oder EDV-Ebene. Es war eher der Bereich, der sich – wie wir heute sagen – mit dem Prozess der Produktentwicklung befasst. Hier war der Zwang zu einem umfassenderen Ansatz am frühesten und am dringlichsten spürbar. Hier waren erfolgreich verschiedene andere Anstrengungen zur Optimierung der Abläufe unternommen worden, die nun – um den Nutzen und die Effizienz noch zu steigern – nach einer Ausdehnung der Ansätze auf angrenzende Unternehmensbereiche riefen.

---

## 3.1 Concurrent Engineering – Simultaneous Engineering

Produkte wurden, bevor die Computerunterstützung beinahe alle Tätigkeiten der Ingenieure von Grund auf veränderte, in einer streng geordneten Sequenz von Schritten entwickelt. Der Freigabe des Konzeptes folgte der Entwurf und das Design, dann konnten die Konstrukteure beginnen. Bevor ihre Zeichnungen endgültig freigegeben waren, konnte weder der Prototypen- noch der Werkzeugbau in Aktion treten. Die technische Dokumentation musste warten, bis erste Versionen des Produktes verfügbar waren, und auch Marketing und Vertrieb konnten erst jetzt aktiv werden.

Die Entwicklung einer Vielzahl von Softwaresystemen, die inzwischen gerne unter dem Akronym CAx, Computer Aided x – also Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), Computer Aided Engineering (CAE) etc. – zusammengefasst werden, hat es der Industrie ermöglicht, die nacheinander geschalteten Arbeitsschritte weitgehend zu parallelisieren und miteinander zu verketteten. CAD hat hierbei zunächst die wesentliche Treiberrolle gespielt, spätestens mit der Verfügbarkeit generell einsetzbarer, auch für kleinere Unternehmen bezahlbarer Programme zur Erzeugung dreidimensionaler Modelle auf dem PC-Bildschirm. Diese 3D-Modelle waren der Ausgangspunkt für ein neues Herangehen an die Ingenieurertätigkeiten, der



wahlweise mit dem Begriff Concurrent Engineering oder Simultaneous Engineering belegt wurde.

Beide Begriffe meinen dasselbe. Wenn ein erstes digitales Modell eines zu entwickelnden Fertigteils verfügbar ist, können bereits Fachabteilungen darauf aufsetzen, die früher auf die endgültige Freigabe einer Zeichnung warten mussten. Dazu braucht das Modell noch nicht einmal ausgeformt und komplett detailliert zu sein. Für etliche Aufgabenstellungen reicht es schon aus zu wissen, welche größten Ausmaße es haben, wieviel Raum es einnehmen wird. Ein grobes Modell, vergleichbar mit einem Rohteil in der spanabhebenden Fertigung, kann schon zu einer frühzeitigen Materialbestellung genutzt werden. Oder zu ersten Entwürfen im Werkzeug- und Formenbau.

Je weiter die Detaillierung voranschreitet, desto größere Teile der früher nachgeschalteten Arbeitsschritte können starten. Je durchgängiger das räumliche Computermodell zum zentralen Medium aller Ingenieurbereiche, zum Master-Modell wird, desto mehr können alle Bereiche der Entwicklung damit anfangen, desto berechtigter ist es, von einem Digital Mock-up (DMU) zu sprechen.

Der Zusammenbau von Einzelteilen zu Baugruppen kann vorweggenommen, ausprobiert werden. Gibt es Kollisionen zwischen den Teilen im montierten Zustand? Lassen sich Teile kollisionsfrei zusammenführen und demontieren? Und weiter: Die gesamte Baugruppe, etwa ein Scheibenwischergetriebe, kann – virtuell – in den Motorraum eingebaut werden. Auch auf dieser wesentlich komplexeren Ebene ist so der Ausschluss späterer Kollisionen mit geringem Aufwand möglich. Bauraumuntersuchungen geben dem Konstrukteur erheblich mehr Sicherheit, dass seine Konstruktion sich nicht in der Fertigung als fehlerhaft erweist. Die Zahl kostenspieleriger Änderungen oder Teilneukonstruktionen lässt sich reduzieren.

Während also allein die Entwicklung des CAD-Einsatzes beträchtlichen Einfluss auf die Verbesserung und Absicherung der Konstruktion hatte, reichte die nützliche Wirkung des 3D-Modells weit darüber hinaus. Andere Ingenieurdisziplinen konnten sich der Modelle bedienen.

Zu Zeiten der Erstellung technischer Zeichnungen gab es die berühmte Trennung zwischen Weißkitteln – den Konstrukteuren und Entwicklungsingenieuren – und den Blaukitteln in Arbeitsvorbereitung, in Produktionsplanung und -steuerung. Jetzt begann sich eine neue Trennungslinie herauszukristallisieren: zwischen dem digitalen und dem realen Produkt.

---

## 3.2

### Virtuelle Produktentwicklung

Virtuelle Produktentwicklung meint erheblich mehr als die Modellierung der Produktgeometrie mit Hilfe von CAD, mehr als den Zusammenbau von Einzelteilen und Baugruppen zum virtuellen Produkt. Das Besondere liegt in den Möglichkeiten, die 3D-Modelle für die Absicherung der Produkte bieten. Die dreidimensionale Geometrie ist die Basis. Aber der entscheidende Durchbruch liegt in der Möglichkeit, mit diesen Modellen, den virtuellen Produkten, die realen Produkte vorauszuberechnen, zu simu-

lieren und die Ergebnisse von Simulation und Berechnung so darzustellen, so zu visualisieren, dass sie auch für Nichtfachleute verständlich sind.

Vor der Computerunterstützung mussten viele teure Modelle und Prototypen tatsächlich gebaut werden. Sie dienten vor allem dazu, die Fertigbarkeit der neuen Produkte zu prüfen und sie im Praxiseinsatz zu testen: auf ihre Leistungsfähigkeit, auf ihre Funktionalität, auf ihre Eigenschaften, auf ihre Belastbarkeit. Die Digitalisierung machte es nun Zug um Zug möglich, für solche Tests ebenfalls das 3D-Modell heranzuziehen. Und für andere Ingenieur-Aufgaben, die im Rahmen der Produktentwicklung anfallen.

Ob eine Konstruktion hält, was sich der Konstrukteur davon verspricht, lässt sich berechnen. Statikberechnung, Kalkulation der Zugfestigkeit, der Bruchsicherheit und andere Untersuchungsmethoden erlauben Aussagen darüber, ob die Dicke einer Blechversteifung ausreichend ist; ob die Form eines Hebels der Kraft genügt, die sie umsetzen muss; ob die Brücke die Belastung auch der größten Transporter aushält, die einmal darüber fahren sollen; ob die Hülle des Kernkraftwerks einen Flugzeugabsturz übersteht. Fast alle Arten von Berechnung lassen sich heute mit Spezialsystemen an 3D-Modellen und DMU's durchführen.

Mit der Finite Elemente Methode (FEM) beispielsweise werden solche Modelle in endlich kleine, eben finite Elemente zerlegt, die durch Knotenpunkte miteinander verbunden sind. Es entsteht ein Berechnungsmodell, das nun zum Beispiel mit den für den Praxisfall anzunehmenden Maximalkräften beaufschlagt wird. Mit Hilfe der Matrizenrechnung lassen sich aus den Reaktionen der berechenbaren kleinen Elemente, der Stäbe und Balken, Rückschlüsse auf das Gesamtmodell und dessen Reaktion ziehen. An welcher Stelle wird das Teil bei welcher Kraft zuerst zerstört? Wo gibt es welche Risiken in der Gesamtkonstruktion? Die Berechnungen sind je nach Anzahl der Elemente und der eingesetzten Verfahren sehr gute Annäherungen an den realen Fall der Belastung, und mit der ständig gewachsenen Leistungsfähigkeit der Rechner und mit den ungeheuren Speicherkapazitäten gibt es hier kaum noch Einschränkungen bezüglich der Machbarkeit. In kurzer Zeit können so höchst zuverlässige Aussagen getroffen werden, die unmittelbar wieder in die Produktentwicklung einfließen und zur Konstruktionsoptimierung dienen.

Ähnliches gilt für zahlreiche andere Verfahren der Simulation. Der Einspritzvorgang bei der Herstellung von Spritzgießteilen; die Erstarrung des flüssigen Kunststoffes in der Form; die Prüfung von Freiformoberflächen durch Lichtreflexion; der Absturz von Gebrauchsgütern oder der Zusammenprall von Fahrzeugen, der so genannte Crash-Test. Es gibt kaum etwas, das sich nicht schon am Modell auf dem Bildschirm simulieren lässt.

Am weitesten geht die Virtualisierung bei zwei Technologien, die sich gegenwärtig noch auf dem letzten Schritt Weges befinden – aus aufwendigen Forschungs- und Pilotprojekten vor allem in Großunternehmen der Automobilindustrie und Luftfahrt in die Breitenanwendung: Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR).

Mit diese Technik lassen sich Computermodelle so real darstellen, dass der Betrachter das Gefühl hat, regelrecht einzutauchen in die virtuelle Welt. Immersiv, also eindruckend, heißt diese Technik deshalb auch. Sie ist aufwendiger als das Arbeiten mit dem 3D-Modell am Bildschirm. Der Anwender benötigt zusätzliche Mittel, die ihm die Räumlichkeit der realen Welt täuschend echt vorführen. Die Modelle müssen dazu als Stereomodelle aufbereitet werden, so dass der Betrachter für jedes Auge die

richtige Ansicht bekommt und er den Eindruck hat, das Modell befinde sich nicht in der Ebene der Leinwand oder generell der Projektionsfläche, sondern tatsächlich im selben Raum wie er. Dazu braucht er darüber hinaus Hilfsmittel, die ihm diese Stereoansicht wieder auf seine Augen übersetzen, also entweder eine 3D-Brille oder einen 3D-Monitor. Schließlich benötigt er Hilfsmittel, um sich selbst und die dargestellten Gegenstände in dieser virtuellen Welt zu navigieren und zu manipulieren, ähnlich wie er heute mit Maus und Tastatur auf ein Bildschirmmodell einwirken kann.

Augmented Reality mischt diese virtuelle Welt unmittelbar mit der realen. Computerdarstellungen werden – auf dem Monitor oder in der Brille integriert – der Sicht auf die wirkliche Welt überlagert. So kann der Monteur beispielsweise schnell und ohne Blick in ein Handbuch verstehen, welche Teile einer Baugruppe wie zusammengebaut und in einen Bauraum gebracht werden müssen.

---

### 3.3 Disziplinübergreifend

Bisher war fast ausschließlich von Aspekten mechanischer Konstruktion die Rede. Genauso hat die Computerunterstützung aber auch alle anderen Ingenieurdisziplinen verändert.

In der Elektrotechnik wird ohne CAD kein Schaltschrank mehr entwickelt, kein Kabelbaum, kein Relais und kein Schütz entworfen. Dabei gibt es neben den mechanischen Konstruktionsfunktionen zum Beispiel für Gehäuse oder Steckverbindungen zahlreiche Spezialfunktionen, die auf die besonderen Anforderungen der Elektrotechnik zugeschnitten sind. Der Schaltplanentwurf, nach dem die elektrotechnischen Bauteile miteinander verbunden werden, gehört ebenso dazu wie umfangreiche Bibliotheken von fertigen, digitalen Bauteilen, aus denen sich der Entwickler bedienen kann.

In der Elektronik stützt sich der Ingenieur für den Aufbau der Logik ebenso auf Softwaresysteme wie bei der Gestaltung des Layouts von Printed Circuit Boards (PCB), also Leiterplatten, auf denen elektronische Bauteile befestigt und miteinander verbunden sind.

Hydraulik, Fluid-Technik und Pneumatik, Biotechnologie und natürlich die Entwicklung von Software und speziell von eingebetteter Software und speicherprogrammierbaren Steuergeräten – es gibt heute kein Industrieunternehmen von Rang und Namen, in dem sich nicht all diese Disziplinen auf IT-Spezialsysteme stützen. Die Virtualisierung der Produktentwicklung hat alle Fachbereiche vollständig erfasst, auch wenn nicht alle Einzelschritte mit der jeweils genutzten Software erledigt werden können.

In allen Bereichen gibt es ebenfalls die Simulation der künftigen Bauteile und Komponenten und die virtuelle Prüfung ihrer Eigenschaften und Funktionen. Von der Verlegung biegsamer Kabelschläuche in der E-Technik bis zur Feststellung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) in der Elektronik.

Auch VR und AR sind längst imstande, Simulations- und Berechnungsergebnisse unterschiedlichster Art und Herkunft in einer immersiven Umgebung darzustellen: das Strömungsverhalten der Luft an einer Flugzeugtragfläche; die Spiegelwirkung von Leuchtdioden im Fahrzeuginnern an der Windschutzscheibe; selbst so etwas wie Laut-

stärke, Klang und Wirkung von Fahrgeräuschen im virtuellen Fahrgastraum; oder die Ergonomie eines Arbeitsplatzes.

Ohne den besonderen Nutzen des echten Eintauchens in diese Welt, aber mit den Vorteilen täuschend echter Darstellung auf dem Bildschirm oder der Großleinwand hat sich die 3D-Visualisierung etabliert. Auch hier werden meist CAD-Daten verwendet, die lediglich durch besondere Renderingverfahren in die Nähe von realitätsgetreuen Abbildern wirklicher Produkte gebracht werden. Wer heute ein Fahrzeug in einem Verkaufsraum in Originalgröße auf der Leinwand sieht, hat keine große Chance, zu unterscheiden, ob es sich bei der Darstellung um ein Computermodell oder um ein Foto beziehungsweise Video handelt. Nur wenn er in der Lage ist, in einem Menü die Felgen gegen andere seiner Wahl auszutauschen, oder die Farbe der Metalllackierung mit einem Knopfdruck zu ändern, weiß er, dass es sich um die virtuelle Welt handelt, nicht die reale.

Je mehr sich die Anteile der Ingenieurdisziplinen an der Wertschöpfung, an der realen Entwicklung und spezifischen Zusammensetzung moderner Produkte mischen, desto größer wird die Rolle der Virtualität. Bevor die Maschine gebaut wird, möchte der Hersteller und natürlich sein Kunde wissen, ob sie die Anforderungen wird erfüllen können, die an sie gestellt werden. Einschließlich der einfachen Bedienung der Programmier- und Steuereinheit.

Kein Wunder also, dass die Frage der Kommunikation zwischen den Fachbereichen inzwischen nicht zuletzt eine Frage der Kommunikation über die eingesetzten IT-Systeme geworden ist. Diese Frage geht aber deutlich über den Austausch von einzelnen Daten oder Dateien für eine konkrete Aufgabenstellung in der Entwicklung hinaus.

---

## 3.4 Produktdaten-Management

Der Ursprung des Produktdaten-Managements (PDM) war die Idee, auch den Zeichenschrank, in dem die DIN A0 Pausen hingen oder in Schubladen steckten, zu digitalisieren: eine elektronische Zeichnungsverwaltung. Über die Eingabe der Zeichnungsnummer oder einiger vordefinierter Suchbegriffe sollte der Ingenieur schnell einen Überblick haben und bei Bedarf sofort auf technische Dokumente zugreifen können, die ja inzwischen elektronische Dokumente waren. Informationen etwa über Versionsstand, Zuständigkeit oder verknüpfte Daten sollten erreichbar sein, ohne die Zeichnung oder das 3D-Modell aufrufen und auf dem Bildschirm öffnen zu müssen, denn das war Anfang bis Mitte der neunziger Jahre noch ein Vorgang, der viel Zeit kostete.

Solange der Schwerpunkt des CAD-Einsatzes in der elektronischen Zeichnungsstellung, also im 2D-Bereich lag, blieben die Anwender aber größtenteils bei der ‚quick and dirty‘ Methode der Verwaltung – der schnellen und in der Tat nicht besonders sauberen Ablage der Dateien in manuell erstellten und individuell gepflegten Festplattenverzeichnissen. Der Schritt zum professionellen Datenmanagement und zum Einsatz relationaler Datenbanken wurde erst unumgänglich mit der Einführung von 3D.

Nicht nur wuchs die zu speichernde Datenmenge beim Wechsel in die dritte Dimension um Faktoren. Noch wichtiger war: Statt alles in einer Zusammenbauzeich-

nung zu haben, gab es nun dreidimensionale Produktstrukturen, die hinsichtlich ihrer Komplexität den echten Produktstrukturen nicht nachstanden. Um nicht jedes neue Produkt vollständig und in allen Details und Einzelteilen von vorne zu modellieren, sondern beispielsweise große Teile vorhandener Maschinen oder Anlagen wiederverwenden zu können, kam der Konstruktionsbereich um die Installation technischer Datenbanken nicht herum.

Schon die Kernfunktion von PDM geht allerdings über die Verwaltung von CAD-Daten hinaus. Schließlich lässt sich jedes Dokument, nicht nur Zeichnung oder 3D-Modell, mit solch einer Datenbank verwalten, versionieren, wiederfinden und erneut nutzen. Deshalb finden sich PDM-Systeme (in allmählich wachsendem Umfang) auch in Unternehmensbereichen, die mit der Erzeugung von Produktdaten gar nichts zu tun haben. Sie werden dann oft genutzt wie die in einer eigenen Produktparte entstandenen Systeme für Dokumentenmanagement.

Wichtiger für die weitere Entwicklung war allerdings, dass die Entwicklungsleiter in der Industrie allmählich den Bedarf spürten, über ein zentrales Datenmanagement zu verfügen. Schon die Tatsache, dass allmählich nicht mehr unbedingt vom Konstruktionsleiter gesprochen wurde, sondern vom Entwicklungsleiter oder Leiter Engineering, machte ja deutlich: die mechanische Konstruktion war nicht mehr das Maß aller Dinge. Die anderen Disziplinen steuerten mehr und mehr zur Produktentwicklung bei. Dementsprechend wuchs natürlich auch die Menge der Daten, die von anderen als den Konstruktionsingenieuren erzeugt wurden.

Elektrotechnische und elektronische Komponenten, aber auch alle Arten von Berechnungsmodellen und Simulationsergebnissen, Animationen und Explosionsdarstellungen – nichts sollte verlorengehen, alles sollte in seiner Verknüpfung zum Produktentwicklungsprojekt und zum jeweiligen Produkt schnell zu finden sein. Dieses Ziel ist bislang tatsächlich nur in einer sehr kleinen Zahl von Implementierungen realisiert. Der Grund liegt nicht allein in den unterschiedlichen Datenformaten und der oft unterschiedlichen Herkunft der eingesetzten Systeme. Er liegt auch darin, dass das Thema nicht einfach nur und nicht einmal in erster Linie ein datentechnisches ist.

Je umfassender die Digitalisierung alle Bereiche des Engineering erreicht, je schneller die Flut von Produktdaten und anderen elektronischen Dokumenten wächst, desto drängender wird klar, dass die Daten ja nur Ausdruck und Ergebnis von oder Anstoß für einzelne Arbeitsschritte sind. Dafür werden sie gebraucht. Und nur, wenn sie dafür wirklich brauchbar, wenn sie zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Form an der richtigen Stelle verfügbar sind, nützen sie dem Unternehmen. In den Vordergrund trat deshalb die Frage, wann welche Daten für welchen Schritt von wem benötigt werden. In den Vordergrund trat der Prozess der Produktentwicklung, seine Definition und Steuerung.

---

### 3.5

## Prozessmanagement

In dem Maße, wie einzelne Abläufe sich zu einem Ganzen verketteten lassen, wird ihre gegenseitige Abhängigkeit voneinander deutlich. Statt einzelner Aufgaben muss der

gesamte Prozess verstanden und sinnvoll gesteuert werden. Dann stellen sich Fragen, die bis dahin beiseite geschoben und als Verantwortung einer bestimmten oder noch besser einer eher unbestimmten Stelle gesehen werden konnten. Wenn das Ganze optimiert werden soll, kann sich niemand mehr auf eine Teilaufgabe zurückziehen. Transparenz ist gefragt. Warum weiß der Projektleiter nicht frühzeitig, dass sich die Konstruktion eines Werkzeugs verzögert? Wer ist beim Lieferanten X für das Teilprojekt Elektromotor zuständig? Welche Kosten entstehen durch die von den FEM-Spezialisten vorgeschlagene Materialverstärkung, und wäre die Verwendung eines anderen Materials eine Alternative, die sich rechnete?

Das Management der Entwicklungsbereiche begann – wie so oft zuerst in den großen Konzernen der Automobilindustrie – mit einer Orientierung auf den Prozess. Prozessorientierung wurde zum Schlagwort. Der ganze Prozess, die Produktentwicklung vom Konzept bis zur Produktionsfreigabe, wurde einerseits zerlegt in die vielen zugehörigen Teilprozesse. Andererseits mussten diese Teilprozesse letztlich in einem definierten Gesamtprozess zusammengefasst werden können. Das Ziel: besser aufeinander abgestimmte Arbeitsabläufe, vor allem um darüber Zeit in der Entwicklung einzusparen, um die Qualität der Entwicklungsergebnisse zu verbessern und mit größerer Sicherheit zu den angestrebten Entwicklungszielen zu kommen.

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) sorgte mit seiner Empfehlung VDA 6.1 für einen Standard im Qualitätsmanagement, der heute Richtlinie für die gesamte Automobilindustrie ist. Wer in dieser Industrie als Systemlieferant, Partner oder Zulieferer eine Rolle spielen möchte, muss nachweisen können, dass er seine Prozesse danach ausgerichtet hat. Dafür beinhaltet VDA 6.1 unter anderem sogar eine entsprechende Prozesslandkarte, die versucht, das komplexe Geflecht von Abläufen in ein Bild zu packen.

Welche Aufgaben, welche Verantwortlichen sind bei einer Neuentwicklung zu berücksichtigen? Welche Schritte kennt eine Änderung? Vor allem bei dieser Frage, die inzwischen unter Änderungsmanagement oder Engineering Change Management (ECM) diskutiert wird und zu einem der wichtigsten Aspekte der Prozessoptimierung geworden ist, stellte sich natürlich rasch heraus, dass all diese Prozesse keineswegs nur auf Input von Ingenieuren angewiesen sind, und dass sie sich keinesfalls darauf beschränken lassen, welche Daten Mitarbeiter der Produktentwicklung untereinander oder mit den Ingenieuren externer Partner austauschen.

Muss der Einkauf ein neues Werkzeug bestellen, oder ist es vorrätig? Ist das geforderte Material für ein Bauteil verfügbar oder kann es in der nötigen Zeit besorgt werden? Wann muss ein Teil fertig sein, damit der festgelegte Fertigungsanlauf nicht verzögert wird? Welche Disziplin ist am besten geeignet, um eine bestimmte Funktion im Produkt zu realisieren? Welche Komponenten werden selbst entwickelt, welche sinnvollerweise zugekauft? Welche Methoden nutzt man für die Kommunikation mit Partnern und Lieferanten? Wie sind die Standorte miteinander verbunden?

Mit der genaueren Untersuchung der Frage, wie Kundenanforderungen oder auch Mängelbeschwerden aus dem Markt möglichst frühzeitig und effizient in die Entscheidungen der für das Engineering Verantwortlichen eingehen können, war klar: Es reicht nicht, den Entwicklungsprozess isoliert zu betrachten und separat zu optimieren. Die Produktentwicklung kann nur verbessert werden, wenn sie als Kernelement eines vollständigen Lebenszyklus der Produkte betrachtet wird.

Das Management der Produktdaten muss nicht nur Ingenieure mit Entwicklungsdaten versorgen und die von ihnen erzeugten Daten transparent und sicher verwalten.