

# Methoden zur Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen

---

## **Bachelorthesis**

Autor: Kim Oliver Silberbach  
Studiengang: Produktionstechnik und -management  
Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Jochen Kreuzfeldt  
Zweitprüfer: Dr. Jens Asche  
Abgabedatum: 24.02.2011

**Abstract:**

In der Arbeit wird ein Terminplan für die Projektsteuerung bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen ausgearbeitet. Es werden Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen vorgestellt und angewendet. Dies sind insbesondere die Terminliste, der Netzplan und der Balkenplan. Im Laufe der Ausarbeitung wird das Thema „Projektmanagement Software“ aufgegriffen und bezüglich des Einsatzes zur Erstellung des geforderten Terminplans untersucht. Ein Schwerpunkt besteht hinsichtlich der Vorstellung einer Softwareanwendung, die im Rahmen der Arbeit entwickelt wurde. Die Softwareanwendung ermöglicht mit einem geringen Aufwand die Erstellung eines Terminplans, in dem der gesamte Projektablauf bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen übersichtlich dargestellt wird.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>X</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation .....	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise .....	1
<b>2 Termine im Projektmanagement .....</b>	<b>3</b>
2.1 Bedeutung des Terminplans für das Projektmanagement.....	3
2.1.1 Ablauf von Projekten.....	3
2.1.2 Einordnung des Terminplans in den Projektablauf.....	7
2.2 Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen .....	9
2.2.1 Terminliste .....	11
2.2.2 Netzplan .....	12
2.2.2.1 Ereignisknoten-Netzplan (EKN).....	12
2.2.2.2 Vorgangsknoten-Netzplan (VKN) .....	13
2.2.2.3 Vorgangspfeil-Netzplan (VPN).....	13
2.2.2.4 Stochastische Netzpläne .....	14
2.2.3 Balkenplan.....	15
<b>3 Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen.....</b>	<b>17</b>
3.1 Fertigungsprinzip in der Motorenproduktion .....	17
3.2 Projektablauf bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen.....	18

3.3	Anwendung von Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen .....	21
3.3.1	Terminliste .....	22
3.3.2	Netzplan .....	23
3.3.3	Balkenplan.....	26
3.3.4	Eignung der Methoden für die Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen.....	28
3.4	Herleitung des optimalen Darstellungskonzeptes.....	30
3.5	Detaillierung.....	32
3.5.1	Differierender Informationsbedarf .....	32
3.5.2	Zeitangabe.....	32
3.5.3	Detaillierung der Termindarstellung für die Projektsteuerung .....	33
3.5.4	Anpassung der Detaillierung.....	34
<b>4</b>	<b>Projektmanagement Software .....</b>	<b>35</b>
4.1	Implementierung von Projektmanagement Software .....	35
4.2	Möglichkeiten im Umgang mit Terminen .....	36
4.3	Eignung von Projektmanagement Software für die Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen .....	36
<b>5</b>	<b>Entwicklung einer Softwareanwendung .....</b>	<b>40</b>
5.1	Anforderungen an die Softwareanwendung .....	40
5.2	Aufbau des Terminplans .....	41
5.3	Entwicklung der Makros.....	42
5.3.1	Kalender .....	42
5.3.1.1	Allgemeines.....	42
5.3.1.2	Kalenderwoche .....	44
5.3.1.3	Variable Zeilenanzahl .....	46
5.3.1.4	Positionierung der Buttons .....	46

5.3.2	Erstellen von Terminabläufen .....	47
5.3.2.1	Allgemeines.....	47
5.3.2.2	Generierung des Terminbalkens .....	49
5.3.2.3	Makrospeicher.....	53
5.3.2.4	Bidding .....	54
5.3.2.5	Incoterms .....	58
5.3.3	Aktualisieren des Terminplans .....	59
5.3.4	Hinzufügen und Entfernen von Zeilen im Terminplan.....	61
5.3.5	Verhindern von Funktionsstörungen der Softwareanwendung .....	62
5.4	Anwendung und Bewertung der Softwareanwendung .....	63
5.4.1	Projektszenario .....	63
5.4.2	Erstellung des Terminplans für das Projekt.....	63
5.4.3	Analyse der Projektsituation .....	66
5.4.4	Bewertung der Softwareanwendung .....	67
5.4.4.1	Handhabung.....	67
5.4.4.2	Darstellung .....	68
5.4.4.3	Verbesserungsvorschläge .....	68
5.4.4.4	Fazit .....	69
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>70</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>72</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>75</b>

## Abkürzungsverzeichnis

OS	Nullserie
A	Angebotsanfrage
AF	Arbeitsfolge
AOB	Anordnungsbeziehung
BD	Biddingdokumentation fertig
BE	Biddingergebnis auf Website
BM	Betriebsmittelanforderung
BO	Bidding Open
BÜ	Betriebsfertige Übergabe
CPM	Critical Path Method
D	Dauer
EKN	Ereignisknoten-Netzplan
FAZ	Frühester Anfangszeitpunkt
FCA	Free Carrier
FEZ	Frühester Endzeitpunkt
FOB	Free On Board
GPZ	Gesamtpufferzeit
KBW	Kurbelwelle
KW	Kalenderwoche
LOI	Letter of Intent
MFU	Maschinenfähigkeitsuntersuchung
MPM	Metra-Potenzial-Methode
MTA	Meilensteintrendanalyse
PERT	Programm Evaluation and Review Technique
PL	Pleuel
PSP	Projektstrukturplan

PVS	Produktionsversuchsserie
SAZ	Spätester Anfangszeitpunkt
SEZ	Spätester Endzeitpunkt
SOP	Start of Production
V	Vertrag
Va	Verhandlung abgeschlossen
VKN	Vorgangsknoten-Netzplan
VPN	Vorgangspfeil-Netzplan
WEB	Ausschreibung auf Website
ZK	Zylinderkopf
ZKG	Zylinderkurbelgehäuse
ZKH	Zylinderkopfhaube

## Abbildungsverzeichnis

### Hauptteil:

Abbildung 2.1:	Phasen in einem Projekt.....	3
Abbildung 2.2:	Beispiel eines Projektstrukturplans für ein neues Motorenwerk .....	7
Abbildung 2.3:	Überleitung von Arbeitspaketen in Vorgänge.....	8
Abbildung 2.4:	Ende-Anfang-Beziehung.....	9
Abbildung 2.5:	Anfang-Anfang-Beziehung.....	9
Abbildung 2.6:	Ende-Ende-Beziehung .....	10
Abbildung 2.7:	Anfang-Ende-Beziehung.....	10
Abbildung 2.8:	Ereignisknotennetzplan .....	12
Abbildung 2.9:	Vorgangspfeilnetzplan .....	13
Abbildung 2.10:	Vorgangsknotennetzplan .....	13
Abbildung 2.11:	Balkenplan.....	15
Abbildung 2.12:	Vernetzter Balkenplan .....	16
Abbildung 3.1:	Eigenfertigungsteile in der Motorenproduktion.....	18
Abbildung 3.2:	Flussdiagramm des Projektablaufs.....	19
Abbildung 3.3:	Vorgangsknoten .....	23
Abbildung 3.4:	Vorwärtsrechnung im Netzplan.....	24
Abbildung 3.5:	Rückwärtsrechnung im Netzplan .....	25
Abbildung 3.6:	Vorwärtsterminierter Balkenplan.....	27
Abbildung 3.7:	Rückwärtsterminierter Balkenplan .....	27
Abbildung 3.8:	Balkenplan nach Maschine geordnet.....	30
Abbildung 3.9:	Optimales Darstellungskonzept .....	31
Abbildung 3.10:	Detaillierte Termindarstellung für die Projektsteuerung.....	33
Abbildung 4.1:	Projektablauf Zylinderkurbelgehäuse EA111 .....	38
Abbildung 5.1:	Aufbau des Terminplans.....	41
Abbildung 5.2:	Buttons im Terminplan.....	42



Abbildung 5.3:	Eingabefenster zur Erstellung eines neuen Projektes.....	43
Abbildung 5.4:	Fehlermeldung „Enddatum vor Startdatum“ .....	43
Abbildung 5.5:	Warnmeldung vor dem Löschen der Daten.....	44
Abbildung 5.6:	Abfragefenster der Arbeitsfolge 10 „Vorschleifen“.....	48
Abbildung 5.7:	Abfragefenster mit aktivierter Registerkarte „Rückwärtsterminierung“...50	
Abbildung 5.8:	Fehlermeldung bei einem unzulässigen Termin der Angebotsanfrage..51	
Abbildung 5.9:	Erweiterte Einstellungen.....	52
Abbildung 5.10:	Fehlermeldung bei einer unzulässigen Zeitangabe.....	53
Abbildung 5.11:	Screenshot vom Makrospeicher .....	54
Abbildung 5.12:	Bidding Abfrage.....	55
Abbildung 5.13:	Bidding Ablauf im Terminplan.....	56
Abbildung 5.14:	Hinweismeldung bei einem Zeitkonflikt durch den Bidding-Prozess.....57	
Abbildung 5.15:	Fehlermeldung bei einem unzulässigen Meilensteintermin.....	59
Abbildung 5.16:	Shapes im Terminplan.....	60
Abbildung 5.17:	Eingabefenster „Zeilen anpassen“ .....	61
Abbildung 5.18:	Projekttablauf Shenyang.....	65

### **Anhang:**

Abbildung 1:	Aufbau des Terminplans.....	76
Abbildung 2:	Buttons im Terminplan.....	77
Abbildung 3:	Eingabefenster zur Erstellung eines neuen Projektes .....	77
Abbildung 4:	Eingabefenster „Zeilen anpassen“ .....	78
Abbildung 5:	Terminplan aktualisieren.....	78
Abbildung 6:	Abfragefenster mit erweiterten Einstellmöglichkeiten.....	79

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Terminliste.....	11
Tabelle 3.1:	Terminliste eines Beispiels aus der Motorenfertigung.....	22

## 1 Einleitung

Zeit ist in Projekten neben Kosten und Qualität ein wichtiger Erfolgsfaktor. Vor allem in Projekten, in denen das Ziel verfolgt wird ein neues technologisches Produkt auf den Markt zu bringen, ist eine strenge Einhaltung der Termine erforderlich. Eine verspätete Markteinführung kann große Absatzeinbußen zur Folge haben, wenn Konkurrenzprodukte dadurch früher auf dem Markt verfügbar sind. Viele Kunden, die das eigene Produkt bevorzugen würden, greifen zu Konkurrenzprodukten, da diese die technologischen Neuerungen bereits aufweisen. Aus diesen Gründen ist ein erfolgreiches Terminmanagement unerlässlich.<sup>1</sup>

Im Umgang mit Terminen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die je nach Anforderungen des Anwenders mehr oder weniger gut geeignet sind. Softwareanwendungen bieten in vielen Fällen eine gute Unterstützung. Doch können allgemeine Softwareanwendungen nicht immer die spezifischen Anforderungen des Anwenders erfüllen. Oftmals sind dafür benutzerdefinierte Anpassungen erforderlich.

### 1.1 Ausgangssituation

In der Projektsteuerung bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen bedarf es einer guten Übersicht der aktuellen Terminalsituation. Um eine Kontrolle von einzelnen Terminen zu ermöglichen müssen in der Übersicht alle relevanten Informationen eindeutig enthalten und erkennbar sein. Zum Ausgangszeitpunkt dieser Arbeit wurden derartige Terminübersichten manuell mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erstellt, was mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Der erste Entwurf eines Terminplans für ein neues Projekt gestaltet sich dadurch zu einer zeitintensiven Aufgabe. Weiterhin bleiben Termine während der Durchführung eines Projektes selten konstant. Bei häufigen Terminänderungen geht somit viel Zeit bei der Anpassung des Terminplans verloren, die besser in das Ausgleichen von eventuell negativen Auswirkungen der Terminverschiebung investiert werden könnte.

### 1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel dieser Arbeit ist es eine übersichtliche Darstellung des Projektablaufs zu schaffen, aus der alle für die Projektsteuerung relevanten Termine entnommen werden können. Die Erstellung der Terminübersicht soll ohne großen Aufwand möglich sein. Weiterhin sollen Terminanpassungen schnell und einfach durchgeführt werden können.

---

<sup>1</sup>Vgl. Reinhart, Milberg (1996), S. 2 ff.

Für die Ausarbeitung eines derartigen Terminplans wird zunächst die optimale Methode für die Darstellung des Terminablaufs ermittelt. Dazu werden vorhandene Methoden zur Termindarstellung vorgestellt und an einem Beispiel aus der Motorenfertigung angewendet. Die Eignung der Methoden wird dabei analysiert. Als Ergebnis der Analyse wird die am besten geeignete Methode ausgewählt und durch Anpassungen ein optimales Konzept für die Darstellung des Terminablaufs aufgestellt.

Nachdem festgelegt wurde wie die Termindarstellung erfolgen soll werden vorhandene Softwareanwendungen untersucht und deren Eignung für die Projektsteuerung im Hinblick auf die Handhabung und die Termindarstellung beurteilt.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Entwicklung einer Softwareanwendung, mit der die geforderte Termindarstellung mit geringem Aufwand erstellt werden kann. In einem ausführlichen Kapitel wird die Funktionsweise der Softwareanwendung beschrieben und Komplikationen aufgezeigt, die bei der Programmierung aufgetreten sind. Durch die Anwendung auf ein fiktives Projekt wird die Softwareanwendung vorgestellt und unter verschiedenen Gesichtspunkten bewertet. Der Umgang mit der Softwareanwendung wird in dem im Anhang befindlichen Handbuch zu der Softwareanwendung beschrieben. Abschließend werden die gewonnenen Erkenntnisse der Arbeit dargestellt und ein Ausblick auf weitere Optimierungsmöglichkeiten gegeben.

## 2 Termine im Projektmanagement

Der Terminplan ist ein wichtiges Hilfsmittel im Projektmanagement. Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Methoden im Umgang mit Terminen bewährt. Dieses Kapitel gibt einen Einblick in das Themengebiet und zeigt die Bedeutung des Terminplans für das Projektmanagement auf. Dafür wird der Terminplan zunächst in das Projektmanagement eingeordnet. Im Anschluss werden verschiedene Methoden vorgestellt, mit denen terminliche Abläufe dargestellt werden können.

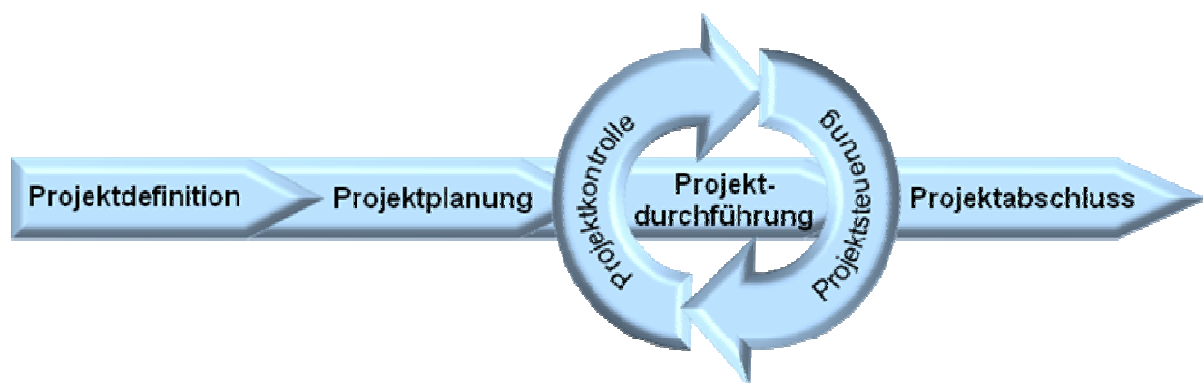
### 2.1 Bedeutung des Terminplans für das Projektmanagement

#### 2.1.1 Ablauf von Projekten

Ein Projekt ist ein einmaliges Vorhaben, welches ein eindeutiges Ziel verfolgt, begrenzte Ressourcen beinhaltet und zeitlich eindeutig umgrenzt ist.<sup>2</sup> Je nach Umfang des Projektes kann eine Einteilung in verschiedene Aufgaben- und Teilbereiche geschehen. Eine Möglichkeit ist die Einteilung des gesamten Projektes in folgende Phasen:<sup>3</sup>

- Projektdefinition
- Projektplanung
- Projektdurchführung
- Projektabschluss

In Abbildung 2.1 sind diese Phasen dargestellt. Sie liegen zeitlich versetzt, können sich jedoch überschneiden. Bei der Projektdurchführung ist durch die Projektkontrolle und die Projektsteuerung der Regelkreis angedeutet, welcher kontinuierlich durchlaufen wird.



**Abbildung 2.1:** Phasen in einem Projekt  
**Quelle:** eigene Darstellung

---

<sup>2</sup> Vgl. Litke (2007), S. 19.

<sup>3</sup> Vgl. Burghardt (1997), S. 15.

### **Projektdefinition:**

Zu Beginn eines Projektes steht der Projektantrag. Darin sind alle relevanten Informationen wie Aufgabenfeld, Zielsetzungen und Verantwortlichkeiten angegeben. Es wird erstmals beschrieben, welche Ziele zu welchem Zeitpunkt mit welchen Ressourcen erreicht werden sollen. Weiterhin wird die Projektorganisation mit dem Projektleiter, Projektgremien und Berichtswegen festgelegt.

Bevor das Projekt genehmigt wird, sollten eine umfangreiche Problemfeldanalyse und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vorgenommen werden. Diese dienen der fachlichen, organisatorischen und wirtschaftlichen Absicherung des Projektes. Bei positivem Verlauf der Analysen wandelt sich der Projektantrag durch seine Verabschiedung in einen Projektauftrag.<sup>4</sup>

### **Projektplanung:**

Mit dem genehmigten Projektauftrag kann die Projektplanung begonnen werden. Ziel dabei ist es einen ganzheitlichen Überblick des Vorhabens zu bekommen. Dafür hat sich ein Ablauf mit folgenden Aufgabenbereichen besonders bewährt:<sup>5</sup>

- Strukturplanung
- Aufwandsschätzung
- Terminplanung
- Kapazitätsplanung
- Kostenplanung

Zunächst ist es sinnvoll eine Projektstruktur aufzubauen. In dieser Projektstruktur, auch Projektstrukturplan (PSP) genannt, sind einzelne Arbeitspakete aufgeführt, die es im Laufe des Projektes abzuarbeiten gilt. Die Arbeitspakete bilden die Grundlage für die Aufwandschätzung. Da ein Projekt ein einmaliges Vorhaben ist, kann dabei nicht auf bereits existierende Werte zurückgegriffen werden. Vielmehr bedarf es an Erfahrungswissen aus vergleichbaren Projekten aus der Vergangenheit. Zusätzlich können geeignete Aufwandschätzverfahren angewendet werden.<sup>6</sup>

Als zentrales Element der Projektplanung gilt der Terminplan.<sup>7</sup> Er wird aus den Ergebnissen der Aufwandsschätzung generiert. Zwei weit verbreitete Methoden zur Erzeugung und Darstellung von Terminen sowie deren Abhängigkeiten sind die Netzplantechnik und der

---

<sup>4</sup> Vgl. Litke (2007), S. 87f.; Burghardt (1997), S. 15 f.

<sup>5</sup> Vgl. Hab, Wagner (2010), S. 110 f.

<sup>6</sup> Vgl. Litke (2007), S. 110 ff.

<sup>7</sup> Vgl. Ebenda, S. 89.

Balkenplan. Auf beide Verfahren wird im späteren Verlauf der Arbeit ausführlicher eingegangen.

Im Anschluss an die Terminplanung folgt die Kapazitätsplanung. Ziel dabei ist es, die benötigten personellen, maschinellen und materiellen Kapazitäten zu den festgelegten Terminen bereitzustellen sowie Engpässe und Leerläufe zu vermeiden. Beim Planen der Kapazitäten ist zu beachten, dass in einem Unternehmen meist das Tagesgeschäft und weitere Projekte parallel laufen, wodurch ein Teil der Kapazität bereits gebunden und folglich nicht verfügbar ist.<sup>8</sup>

Ein wirtschaftlich ausgerichtetes Projekt benötigt eine umfangreiche Kostenplanung. Sie bildet die Basis für eine spätere Kostenkontrolle. Durch geeignete Kalkulationsverfahren und die in der Aufwandsschätzung gewonnenen Erkenntnisse werden die voraussichtlich während des Projektes anfallenden Kosten ermittelt. Ergebnis der Kostenplanung ist die Budgetzuteilung. Diese kann auf die im PSP festgelegten Arbeitspakete erfolgen.<sup>9</sup>

### **Projektdurchführung:**

Sind alle Planungsunterlagen erstellt, kann mit der Projektdurchführung begonnen werden. Die Hauptaufgaben des Projektmanagements in dieser Phase sind die Projektkontrolle und die Projektsteuerung, heute vermehrt unter Projektcontrolling bekannt. Als Grundlage für das Projektcontrolling dient eine kontinuierliche Ist-Datenerfassung. Diese ermöglicht einen fortlaufenden Vergleich mit den Plandaten. Ungewünschte Abweichungen können so frühzeitig erkannt und entsprechende Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.<sup>10</sup>

Abweichungen können Termine, Kosten oder auch den Leistungsfortschritt betreffen. Sie haben ihren Ursprung in einer unrealistischen Planung, bei unvorhersehbaren Änderungen im Projektablauf oder bei auftretenden Fehlern während der Projektrealisierung. Für die Erfassung und Darstellung von Abweichungen stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung. Eine bekannte Methode zur Darstellung des terminlichen Änderungsverlaufs ist die Meilensteintrendanalyse (MTA). Bei der MTA werden Änderungen von Meilensteinterminen erfasst, wodurch zukünftig kritische Zeitabläufe sofort sichtbar werden. Für einen Plan-Ist-Vergleich der entstandenen Kosten und erbrachten Leistungen existieren ähnliche Werkzeuge.<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> Vgl. Burghardt (1997), S. 17.

<sup>9</sup> Vgl. Litke (2007), S. 127.

<sup>10</sup> Vgl. Schreckeneder (2010), S. 51.

<sup>11</sup> Vgl. Litke (2007), S. 153-160.

Die Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen bieten ebenfalls Möglichkeiten zum Aufzeigen des aktuellen Ist-Zustands. Daher können sie auch als Entscheidungsgrundlage bei der Projektdurchführung herangezogen werden.<sup>12</sup>

Die Herausforderung während der Projektdurchführung ist es, auf Basis der verschiedenen Informationsquellen die richtigen Entscheidungen zur richtigen Zeit zu treffen.

### **Projektabschluss:**

Am Ende eines Projektes findet eine Endabnahme statt. Je nach Art und Umfang des Projektes fällt diese im Rahmen einer Abnahmeveranstaltung unterschiedlich aus. Kernbestandteil ist jedoch immer das Übergeben der vertraglich definierten Lieferungen und Erbringen aller ausstehenden Leistungen.<sup>13</sup>

Als wesentlicher Bestandteil des Projektabschlusses für das Unternehmen gilt das Sichern aller gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen. Diese werden in einem Projektabschlussgespräch von allen Beteiligten diskutiert und in einem Projektabschlussbericht niedergeschrieben. Gut funktionierende Abläufe sollten für spätere Projekte übernommen und aufgetretene Fehler vermieden werden.

Im Allgemeinen gilt es beim Projektabschluss einen klaren Schlussstrich zu ziehen, sodass alle gebundenen Ressourcen freigegeben und anderweitig in Anspruch genommen werden können.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. Kapitel 2.2.

<sup>13</sup> Vgl. Felkai, Beiderwieden (2011), S. 261.

<sup>14</sup> Vgl. Hab, Wagner (2010), S. 188 ff.



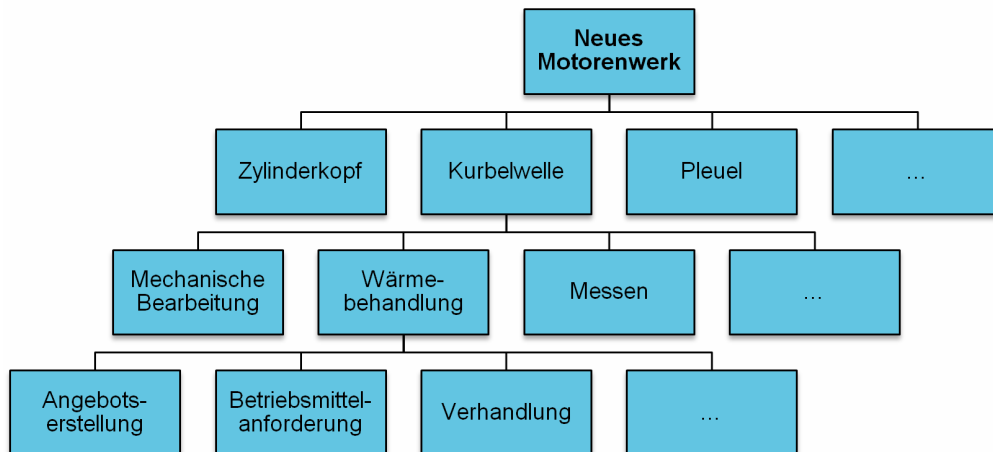
## 2.1.2 Einordnung des Terminplans in den Projektablauf

Der Terminplan stellt im Projektablauf ein zentrales Element dar. Er enthält alle relevanten Termine und zeigt die für das Erreichen des Projektziels notwendigen Tätigkeiten auf. Die Grundlage für die Erstellung des Terminplans bildet der Projektstrukturplan. Dieser zerlegt das Projektziel in Teilaufgaben und bietet so eine gute Übersicht über das gesamte Projekt.

Es existieren verschiedene Möglichkeiten ein Projekt zu strukturieren. Je nach Art des Projektes bietet sich entweder ein objektorientierter oder ein funktionsorientierter Strukturplan an. Der objektorientierte Strukturplan zerlegt ein Projekt in einzelne Gegenstände, die während des Projektes entwickelt bzw. hergestellt werden sollen. Bei einem funktionsorientierten Strukturplan wird das Projekt in einzelne Tätigkeiten aufgeteilt, die im Laufe des Projektes abgeleistet werden müssen. Eine Kombination beider Strukturierungsarten kann gegebenenfalls auch zweckmäßig sein.

In der untersten Ebene eines PSP stehen bei jeder Strukturierungsart mehrere Arbeitspakete. Dabei handelt es sich um konkrete Aufgaben, die im Laufe des Projektes bearbeitet werden müssen. Ein Arbeitspaket sollte folgende Merkmale aufweisen:<sup>15</sup>

- Klare Abgrenzung zu anderen Arbeitspaketen
- Definierte Zielgröße
- Eindeutige Zuordnung einer Organisationseinheit und einer verantwortlichen Person



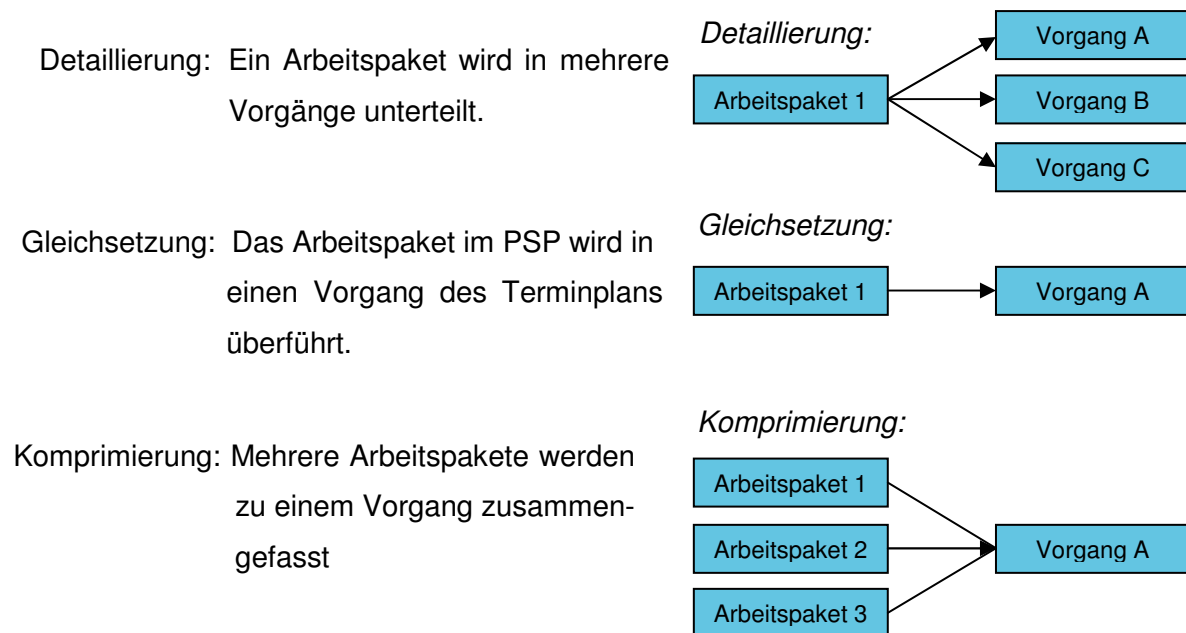
**Abbildung 2.2:** Beispiel eines Projektstrukturplans für ein neues Motorenwerk  
**Quelle:** eigene Darstellung

Abbildung 2.2 zeigt einen Ausschnitt einer möglichen Projektstruktur für den Aufbau eines neuen Motorenwerks. In der obersten Ebene stehen Fertigungslinien, die für die Motoren-

<sup>15</sup> Vgl. Litke (2007), S. 90 ff.; Zimmermann, Stark, Rieck (2009), S.44 f.

produktion benötigt werden. Die mittlere Ebene enthält einzelne Bestandteile der Fertigungslinien. In der untersten Ebene sind einzelne Aufgaben als Arbeitspakete aufgeführt, die für den Aufbau der Fertigungslinien notwendig sind. Diese Arbeitspakete stellen die Grundlage für die weitere Projektplanung dar. Sie werden vor allem als Basis für die Aufwandsschätzung, die Terminplanung und die Kostenplanung genutzt.<sup>16</sup>

Die Überleitung von Arbeitspaketen aus dem PSP in Vorgänge für die Terminplanung kann, abhängig vom Detaillierungsgrad, in drei Vorgehensweisen geschehen. Sie sind in Abbildung 2.3 dargestellt und erläutert.



**Abbildung 2.3:** Überleitung von Arbeitspaketen in Vorgänge  
**Quelle:** in Anlehnung an Burghardt (1997), S. 236

Je nach gewünschtem Detaillierungsgrad des Terminplans kann eine dieser Vorgehensweisen angewendet werden. Die Art der Vorgehensweise sollte bei der Erstellung des Terminplans beibehalten werden.

Zusätzlich zu den Vorgängen sollten während der Terminplanung auch Meilensteine bestimmt werden. Dabei handelt es sich um Ereignisse, welche das Erreichen eines bestimmten Projektzustands kennzeichnen.<sup>17</sup> Meilensteine sind besonders für die spätere Terminkontrolle wichtig, da an ihnen der Projektfortschritt konkret gemessen werden kann.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> Vgl. Burghardt (1997), S. 236.

<sup>17</sup> Vgl. Zimmermann, Stark, Rieck (2009), S. 46.

<sup>18</sup> Vgl. Madauss (2000), S. 205.

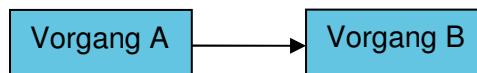
## 2.2 Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen

Für die Darstellung von terminlichen Abläufen existieren verschiedene Methoden. Je nach Art des Projektes und Informationsbedarf ist die Anwendung der jeweiligen Methoden mehr oder weniger gut geeignet.

Grundsätzlich müssen einige Informationen vorliegen, bevor mit der Erstellung eines Terminplans begonnen werden kann. Dies sind zum einen die auftretenden Meilensteine und ablaufenden Vorgänge während des Projektes. Zum anderen müssen die Dauer sowie die Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen bekannt sein.

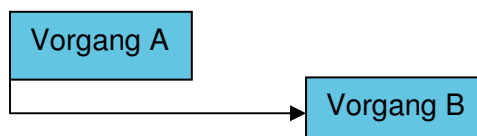
In Kapitel 2.1.2 wurde gezeigt, wie einzelne Vorgänge und Meilensteine in einem Projekt bestimmt werden. Die Dauer wird im Rahmen einer Aufwandsschätzung ermittelt.<sup>19</sup> Abhängigkeiten zwischen Vorgängen werden mit sogenannten Anordnungsbeziehungen (AOB) festgelegt. Sie werden aufgrund logischer Zusammenhänge bestimmt. Dabei gibt es verschiedene Arten, wie Vorgänge voneinander abhängig sein können. Sie werden im Folgenden erläutert.

**Normalfolge:** Bei einer Normalfolge ist das Ende des ersten Vorgangs mit dem Anfang des zweiten Vorgangs verbunden. Die Vorgänge stehen in Ende-Anfang-Beziehung zueinander.



**Abbildung 2.4:** Ende-Anfang-Beziehung  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 207

**Anfangsfolge:** Der Start des ersten Vorgangs bestimmt den Anfangszeitpunkt des zweiten Vorgangs. Die Anfangsfolge stellt eine Anfang-Anfang-Beziehung dar.

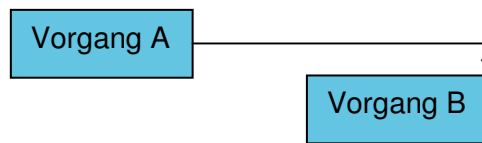


**Abbildung 2.5:** Anfang-Anfang-Beziehung  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 207

---

<sup>19</sup> Vgl. Kapitel 2.1.1.

**Endfolge:** Die Endfolge verbindet die Endzeitpunkte der beiden Vorgänge miteinander. Es handelt sich um eine Ende-Ende-Beziehung



**Abbildung 2.6:** Ende-Ende-Beziehung  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 207

**Sprungfolge:** Bei einer Sprungfolge ist das Ende des zweiten Vorgangs mit dem Anfang des ersten Vorgangs verknüpft. Die Vorgänge stehen demnach in einer Anfang-Ende-Beziehung zueinander.



**Abbildung 2.7:** Anfang-Ende-Beziehung  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 207

Für alle Anordnungsbeziehungen können bestimmte Zeitabstände definiert werden. Dabei wird zwischen minimalen und maximalen Zeitabständen unterschieden. Minimalabstände bestimmen z.B. bei der Normalfolge diejenige Zeit, die mindestens vergehen muss, bis nach Abschluss eines Vorgangs der nächste Vorgang begonnen werden darf. Ein Maximalabstand bestimmt in dem Fall hingegen die Zeit, die nicht überschritten werden darf, bis der nächste Vorgang begonnen wird.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Vgl. Burghardt (2007), S. 124 f.

### 2.2.1 Terminliste

Bei der Terminliste handelt es sich um eine einfache Auflistung aller Vorgänge untereinander. Jedem Vorgang wird eine eindeutige Vorgangsnummer zugeteilt. Neben der Vorgangsnummer und dem Vorgangsnamen, werden die Dauer sowie die Start- und Endtermine angegeben. Um den terminlichen Ablauf exakt zu beschreiben, können zusätzlich die Vorgänger- und Nachfolgevorgänge angegeben werden.

Die Terminliste ist ein einfaches Werkzeug, das nur einen geringen Arbeitsaufwand bereitet. Es erfordert keine speziellen Kenntnisse und ist schnell zu erstellen. Bei komplexen Projekten mit vielen Vorgängen und Abhängigkeiten verschwindet jedoch schnell die Übersicht. Das liegt vor allem an der nicht vorhandenen grafischen Darstellung der Vorgänge. Geeignet ist das Verfahren daher nur für übersichtliche Projekte, bei denen wenige Vorgänge vorhanden und nur vereinzelt miteinander verknüpft sind.<sup>21</sup>

Vorgangsnr.	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende	Vorgänger	Nachfolger
1	Vorgang 1	5	0	5	-	2
2	Vorgang 2	3	5	8	1	3
3	Vorgang 3	4	8	12	2	-

**Tabelle 2.1:** Terminliste  
**Quelle:** eigene Darstellung

Um einen Plan-Ist-Vergleich zu ermöglichen, können in der Terminliste zusätzlich die tatsächlich erreichten Ist-Termine aufgeführt werden.

---

<sup>21</sup> Vgl. Litke (2007), S. 102.

## 2.2.2 Netzplan

Ein Netzplan ist eine grafische Darstellung von Abläufen und deren Abhängigkeiten. Er besteht aus folgenden Elementen:<sup>22</sup>

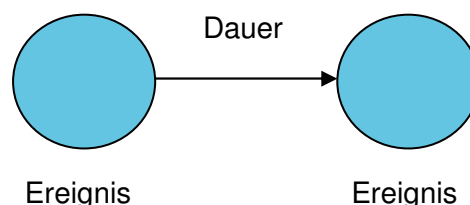
- Vorgänge
- Ereignisse
- Anordnungsbeziehungen (AOB)

Ein Vorgang ist ein zeiterforderndes Geschehen, welches einen definierten Anfang und ein definiertes Ende hat. Ein Ereignis hat die Dauer = 0 und beschreibt das Eintreten eines bestimmten Zustands. Anordnungsbeziehungen stellen Abhängigkeiten zwischen Ereignissen und Vorgängen her.<sup>23</sup>

Für den Aufbau eines Netzplans werden neben den funktionalen Elementen auch formale Darstellungssymbole benötigt.<sup>24</sup> Dafür werden Pfeile und Knoten verwendet. Vorgänge können sowohl Knoten als auch Pfeilen zugeordnet werden. Anordnungsbeziehungen sind dagegen nur als Pfeile und Ereignisse nur als Knoten darstellbar. Daraus ergeben sich verschiedene Möglichkeiten einen Netzplan aufzubauen.<sup>25</sup> Sie werden im Folgenden vorgestellt.

### 2.2.2.1 Ereignisknoten-Netzplan (EKN)

Der EKN stellt Ereignisse als kreisförmige Knoten dar. Die Pfeile beschreiben die benötigte Zeitdauer zwischen zwei Ereignissen. Vorgänge werden in diesem Netzplan nicht beschrieben. Bei dem EKN handelt es sich um einen ereignisorientierten Netzplan, welcher vorwiegend für die Planung von Meilensteinen eingesetzt wird. Für die Planung, Steuerung und Kontrolle eines gesamten Projektes ist die Methode jedoch ungeeignet. Das bekannteste EKN-Verfahren heißt PERT (Programm Evaluation and Review Technique) und ist in Abbildung 2.8 dargestellt.



**Abbildung 2.8:** Ereignisknotennetzplan  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 205

---

<sup>22</sup> Vgl. DIN 69900 (2009).

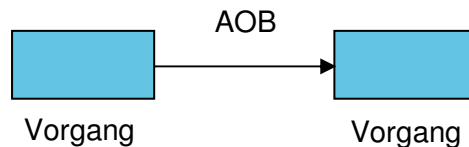
<sup>23</sup> Vgl. Ebenda.

<sup>24</sup> Vgl. Litke (2007), S. 104.

<sup>25</sup> Vgl. Burghardt (1997), S. 209 f.

### 2.2.2.2 Vorgangsknoten-Netzplan (VKN)

Beim VKN handelt es sich um einen vorgangsorientierten Netzplan. Wie in Abbildung 2.9 gezeigt, werden Vorgänge durch rechteckige Knoten dargestellt und mit einer Anordnungsbeziehung verbunden. Diese Art von Netzplänen hat sich für das Planen von Projekten am meisten durchgesetzt. Er bietet eine einfache Darstellung mit allen relevanten Informationen zu den Vorgängen.<sup>26</sup> Die MPM (Metra-Potenzial-Methode) stellt den bekanntesten VKN dar.

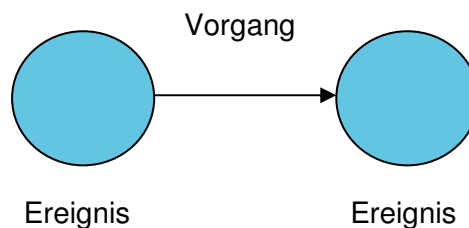


**Abbildung 2.9:** Vorgangspfeilnetzplan  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 205

### 2.2.2.3 Vorgangspfeil-Netzplan (VPN)

Der VPN stellt Vorgänge als Pfeile dar. Die Vorgänge werden von zwei Knoten eingegrenzt, welche den Anfangs- bzw. Endzustand des Vorgangs beschreiben.

Abbildung 2.10 zeigt mit CPM (Critical Path Method) die bekannteste Methode eines Vorgangspfeil-Netzplans. Hier wird vorausgesetzt, dass die Vorgänge lückenlos aufeinander folgen. Zeitliche Überlappungen sind nicht möglich. Bei den Anordnungsbeziehungen handelt es sich daher immer um Ende-Anfang-Beziehungen. Sie besteht überall, wo zwei Vorgänge durch Knoten miteinander verbunden sind.



**Abbildung 2.10:** Vorgangsknotennetzplan  
**Quelle:** in Anlehnung an Felkai, Beiderwieden (2011), S. 205

---

<sup>26</sup> Vgl. Litke (2007), S. 104.

Mit allen aufgeführten Netzplänen lassen sich die frühest- und spätestmöglichen Zeitpunkte der Vorgänge bzw. Meilensteine berechnen.<sup>27</sup> Dadurch können Pufferzeiten einzelner Vorgänge und kritische Pfade ermittelt werden. In Kapitel 3.3.2 wird dies anhand eines Beispiels mit der MPM näher erläutert.

### 2.2.2.4 Stochastische Netzpläne

Der Vollständigkeit halber werden an dieser Stelle die stochastischen Netzpläne vorgestellt.

Bei den bisherig beschriebenen deterministischen Netzplänen ist jeder Vorgang bekannt und muss ausgeführt werden. Die Dauer und die zeitlichen Abstände zwischen den Vorgängen sind ebenfalls bekannt. Dies ermöglicht eine eindeutige Durchrechnung des Netzplans.

Bei stochastischen Netzplänen ist diese Eindeutigkeit aufgrund von Unsicherheiten nicht gegeben. Es gibt zwei Arten von Unsicherheiten die in einem Netzplan vorkommen können.<sup>28</sup> Zum einen sind dies variable Vorgangsdauern und zeitliche Abstände. Sie können mit Hilfe von Verteilungsfunktionen dargestellt werden. Eine andere Art stochastischer Netzpläne sind die sogenannten Entscheidungsnetzpläne. Sie treten auf, wenn durch äußere Einflüsse (z.B. Ergebnisse von Marktforschungen oder technologische Forschungsergebnisse) das weitere Vorgehen bestimmt wird. Im Netzplan bedeutet dies, dass nicht zwangsläufig alle Pfade durchlaufen werden. Das Eintreten von Ereignissen und Vorgängen wird durch festgelegte Wahrscheinlichkeiten bestimmt. Demnach kann das Projektziel auf unterschiedlichen Wegen erreicht werden.<sup>29</sup>

Da stochastische Netzpläne vermehrt in Forschungs- und Marketingprojekten verwendet werden und in technischen Projekten eine untergeordnete Rolle spielen wird im weiteren Verlauf der Arbeit nicht vertiefend auf dieses Thema eingegangen.

---

<sup>27</sup> Vgl. Zimmermann, Stark, Rieck (2009), S. 110 f.

<sup>28</sup> Vgl. Domschke, Drexl (2005), S. 97.

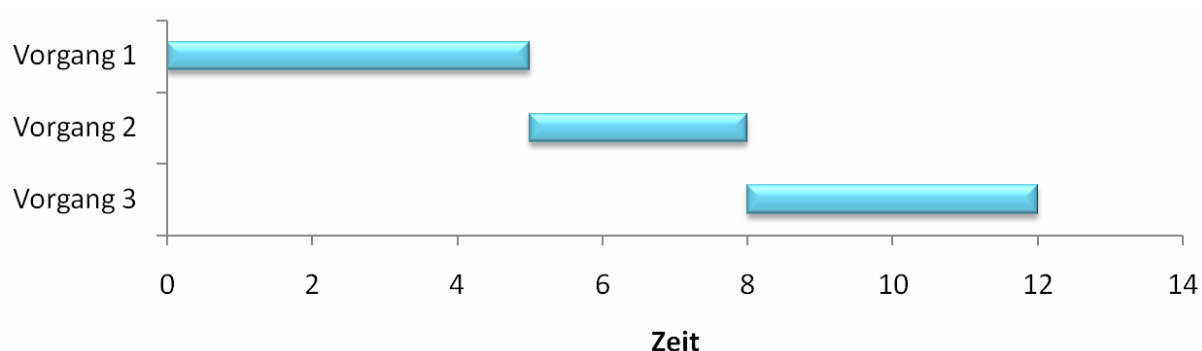
<sup>29</sup> Vgl. Burghardt (1997), S. 208 - S. 211.; Gössinger, Lehner (2009), S.69 ff.



### 2.2.3 Balkenplan

Der Balkenplan ist eines der ältesten Hilfsmittel für das Einplanen von Aufgaben in einen Zeitablauf. Er wurde 1910 vom amerikanischen Ingenieur Henry L. Gantt entwickelt. Auf ihn ist der weit verbreitete Name Gantt-Chart zurückzuführen. Im dem Gantt-Chart werden Vorgänge durch Balken dargestellt, deren Länge proportional zur Zeitdauer ist. Das führt zu einer sehr anschaulichen und sofort verständlichen Darstellung des Projektablaufs.<sup>30</sup>

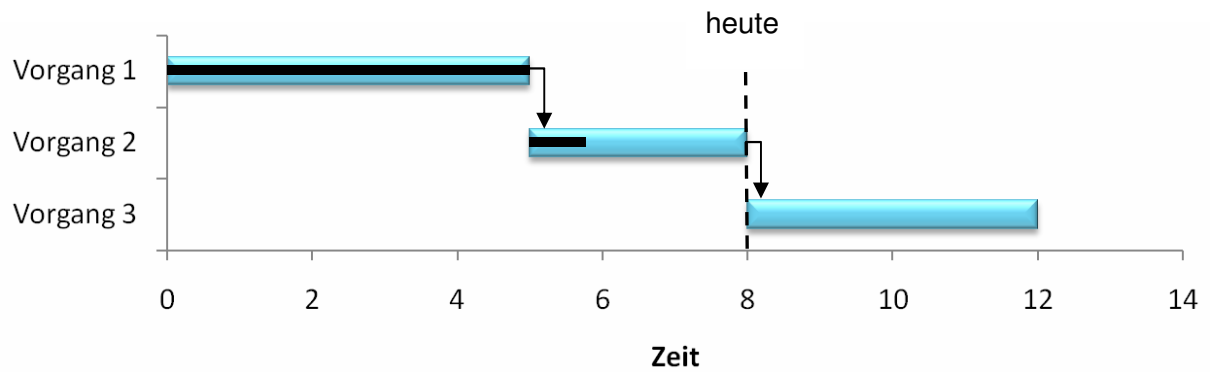
Der Balkenplan kann als grafische Darstellung der Terminliste angesehen werden. Daher kann eine vorhandene Terminliste als Ausgangsbasis für den Balkenplan verwendet werden. Abbildung 2.11 zeigt den Balkenplan für die in Tabelle 2.1 aufgelisteten Vorgänge.



**Abbildung 2.11: Balkenplan**  
**Quelle: eigene Darstellung**

In dem abgebildeten Balkenplan kann vermutet werden, dass Vorgang 2 erst beginnen darf, wenn Vorgang 1 abgeschlossen ist und Vorgang 3 nach beendetem Vorgang 2 startet. Die Vorgänge sind demnach durch Ende-Anfang-Beziehungen miteinander verbunden. Bei umfangreichen Projekten können diese Zusammenhänge nicht ohne weiteres erkannt werden. Abhilfe verschafft ein vernetzter Balkenplan, bei dem die voneinander abhängigen Vorgänge durch Pfeile miteinander verbunden sind. Abbildung 2.12 zeigt einen solchen Balkenplan. Zusätzlich zu den Abhängigkeiten, werden in der Abbildung die Fertigstellungsgrade der einzelnen Vorgänge angezeigt. Dies geschieht mit zusätzlichen Balken in den jeweiligen Vorgängen. Zu dem abgebildeten Zeitpunkt sollten Vorgang 1 und Vorgang 2 laut Planung komplett abgeschlossen sein. Vorgang 3 könnte somit begonnen werden. An den schwarzen Balken ist zu erkennen, dass Vorgang 2 jedoch erst zu 25 % abgeschlossen ist. Der gesamte Ablauf befindet sich demnach im Verzug. Bei einem sehr wichtigen Endtermin des gesamten Ablaufs, muss die verlorene Zeit wieder aufgeholt werden. Dies kann zum Beispiel durch Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten geschehen. Diese Möglichkeit des Plan-Ist-Vergleichs im Balkenplan ist für das Projektcontrolling ein nützliches Hilfsmittel.

<sup>30</sup> Vgl. Jakoby (2010), S. 174.



**Abbildung 2.12:** Vernetzter Balkenplan  
**Quelle:** eigene Darstellung

Bei sehr umfangreichen Projekten werden die Grenzen des Balkenplans sichtbar. Eine zu große Anzahl von Abhängigkeiten zwischen Vorgängen, führt schnell zu einer sehr unübersichtlichen Darstellung.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Kochendörfer, Liebchen, Vierling (2010), S. 101.

### **3 Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen**

Für die terminliche Darstellung eines Projektablaufs gibt es verschiedene Möglichkeiten. Je nach Bedürfnis des Anwenders ist die Nutzung der Methoden mehr oder weniger gut geeignet. In diesem Kapitel wird ein optimales Konzept entwickelt, welches die Anforderungen der Termindarstellung für die Projektsteuerung bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen erfüllt. Dazu wird zunächst das allgemeine Fertigungskonzept von gängigen Motorenproduktionen beschrieben und der Projektablauf bei der Erstellung derartiger Fertigungen erläutert. Im Anschluss werden die in Kapitel 2.2 vorgestellten Methoden anhand eines Beispiels angewendet und deren Eignung für die Erstellung neuer Motorenfertigungen beurteilt. Zum Schluss wird auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse ein optimales Darstellungskonzept hergeleitet.

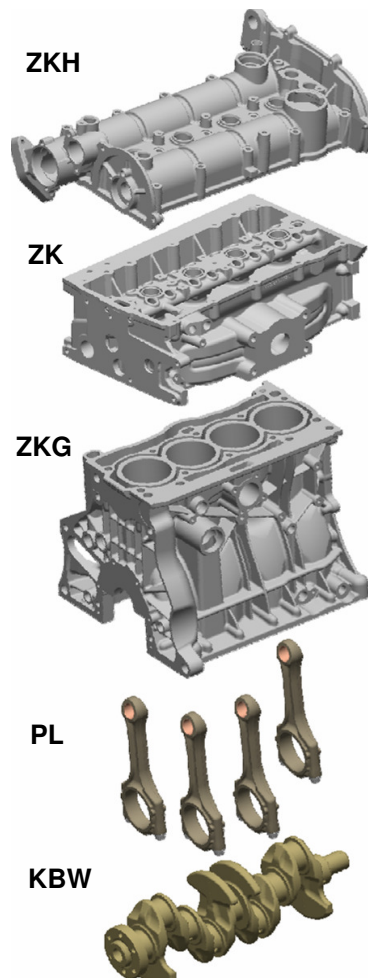
#### **3.1 Fertigungsprinzip in der Motorenproduktion**

Ein Motor besteht aus zahlreichen Bauteilen. In einer Motorenproduktion werden jedoch nicht alle dieser Bauteile von dem eigenen Unternehmen gefertigt. Ein Großteil wird von externen Lieferanten bezogen. Bei einer gängigen Fertigungstiefe werden folgende Bauteile durch Eigenfertigung hergestellt:

- Zylinderkopphaube (ZKH)
- Zylinderkopf (ZK)
- Zylinderkurbelgehäuse (ZKG)
- Pleuel (PL)
- Kurbelwelle (KBW)

Bei der Erstellung neuer Motorenfertigungen muss für jedes dieser Bauteile eine Fertigungslinie geplant und aufgebaut werden. Zusätzlich gibt es eine Montagelinie, wo der gesamte Motor mit allen Einzelteilen zusammengefügt und auf Prüfständen getestet wird. Demnach existieren in der Motorenproduktion insgesamt sechs Produktionslinien. Jede dieser Produktionslinien besteht wiederum aus mehreren Maschinen, welche für die Herstellung des Motors benötigten Arbeitsfolgen verrichten. Das Projektmanagement für die Erstellung der neuen Motorenproduktion ist dafür zuständig, den Aufbau der einzelnen Produktionslinien von Planungsbeginn bis Serienstart zu steuern. Dafür ist eine übersichtliche Darstellung der Termine erforderlich, denn nur so können unplanmäßige Verzögerungen rechtzeitig bemerkt und entsprechende Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.

Abbildung 3.1 zeigt die Eigenfertigungsteile bei einer gängigen Motorenproduktion am Beispiel eines 4-Zylinder Reihenmotors.



**Abbildung 3.1:** Eigenfertigungsteile in der Motorenproduktion  
**Quelle:** Volkswagen AG

### 3.2 Projektablauf bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen

Den Anlass für den Aufbau neuer Motorenfertigungen liefert entweder die Einführung einer neuen Motorengeneration oder die Schaffung neuer Kapazitäten für bereits bestehende Motorenmodelle. Welches Modell, in welcher Region, zu welchem Zeitpunkt, mit welcher Stückzahl gefertigt werden soll, wird in einem Produkt-Strategie-Gremium entschieden. Ist die Entscheidung für eine neue Motorenproduktion gefallen, wird mit der konkreten Planung für die Umsetzung begonnen.

Der grundsätzliche Ablauf ist für jede neu zu beschaffende Maschine der gleiche. Er ist in Abbildung 3.2 anhand eines Flussdiagramms dargestellt.

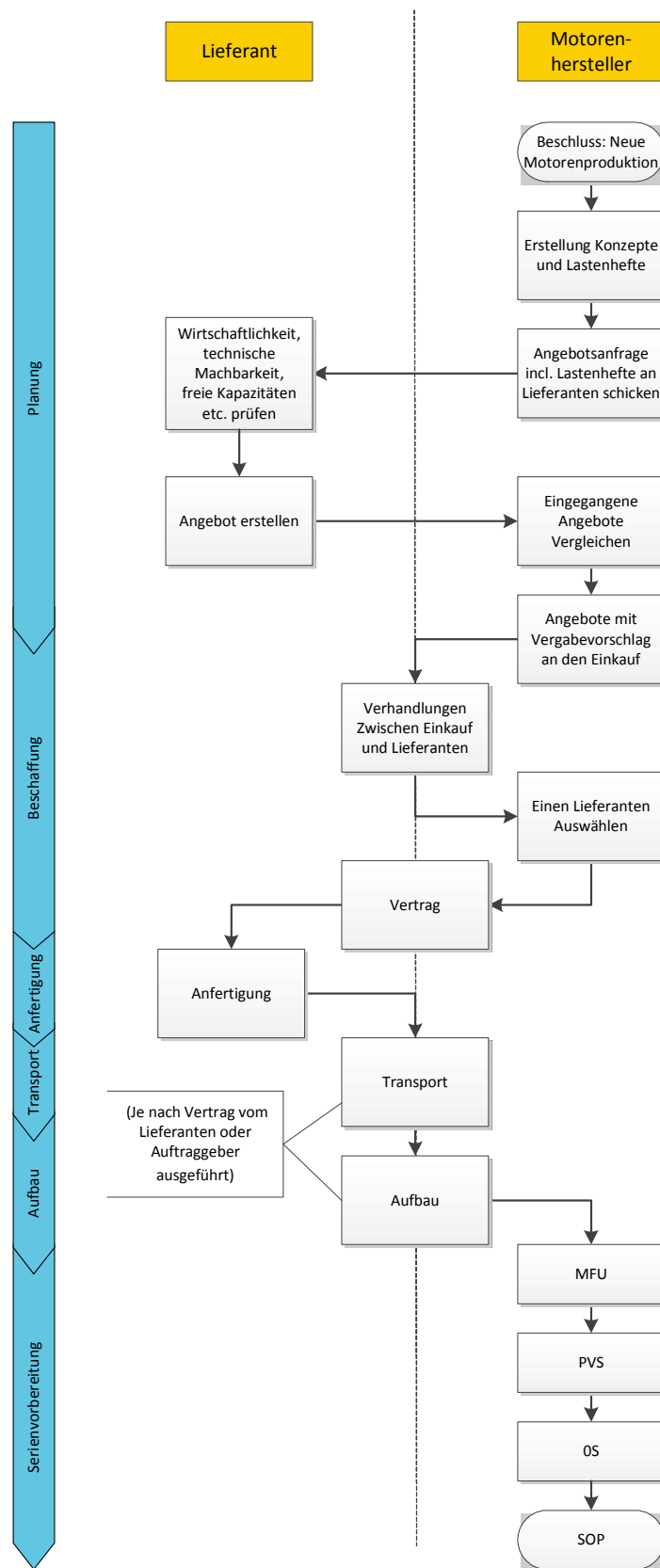


Abbildung 3.2:  
Quelle:

Flussdiagramm des Projektablaufs  
eigene Darstellung

Das Flussdiagramm ist in zwei Bereiche aufgegliedert. Einen Bereich für den Lieferanten und einen für den Motorenhersteller. Die aufgeführten Prozesse stehen auf der Seite, wo sie ausgeführt werden. Sind beide Seiten an der Durchführung beteiligt, steht der Prozess in der Mitte. Zusätzlich ist der Ablauf in mehrere Phasen eingeteilt. Diese sind für das in Kapitel 3.3 aufgeführte Beispiel bedeutsam. Zu beachten ist, dass die Länge der Pfeile nichts über die Dauer des Ablaufs bzw. der Phase aussagt.

Nach dem Beschluss für den Aufbau einer neuen Motorenproduktion, werden zunächst die optimalen Fertigungs- und Maschinenkonzepte auf Basis von Standards erstellt. In einem Lastenheft wird detailliert beschrieben, wie die Fertigungen zu realisieren sind und welche konkreten Ziele dabei erfüllt werden müssen. Das Lastenheft wird im Zusammenhang mit einer Angebotsanfrage an ausgewählte Lieferanten geschickt, welche auf dieser Basis ein Angebot erstellen. Liegen alle Angebote der Lieferanten vor, wird von der Planungsabteilung ein Vergleich der Angebote durchgeführt. Als Ergebnis des Angebotsvergleichs wird eine Betriebsmittelanforderung (BM) mit einem begründeten Vergabevorschlag geschrieben und an den Einkauf übergeben. Daraufhin startet der Einkauf die Verhandlungen mit den Lieferanten. Am Ende der Verhandlungen stehen die endgültigen Preise zu den entsprechenden Lieferungen und Leistungen fest, welche die Grundlage für die endgültige Auswahlentscheidung bilden. Ist die Entscheidung für einen bestimmten Lieferanten getroffen, wird von beiden Seiten ein Vertrag unterschrieben. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der Lieferant je nach vertragsmäßigem Auslieferungszeitpunkt und verfügbaren Kapazitäten mit der Anfertigung der Maschinen. Die eigentliche Anfertigungszeit ist dabei stark von der Art und Komplexität der Maschine abhängig. Nach Fertigstellung der Maschine steht der Transport zum Produktionsstandort an. Lieferentfernung und verfügbare Zeit legen dabei die Art und Weise der Lieferung und die Lieferbedingungen fest. Nach Ankunft der Maschine am Produktionsstandort findet der Aufbau der Maschine statt. Im Anschluss wird als erstes die Maschinenfähigkeit der Maschine nachgewiesen. Dies geschieht mit einer Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU). Nach erfolgreichem Abschluss der MFU von allen sich in der Produktion befindlichen Maschinen werden die ersten Versuchsserien gefahren. Gestartet wird mit der Produktionsversuchsserie (PVS), in welcher alle Teile mit Serienwerkzeugen gefertigt und montiert werden. Dies kann jedoch unverkettet geschehen. Ziel der PVS ist es, die Funktionen aller Einzelbetriebsmittel zu erproben und die Prozessfähigkeit zu bestätigen. Bis zur Nullserie (0S) muss, falls im Fertigungskonzept vorgesehen, eine Verkettung der einzelnen Maschinen vorhanden sein. Zusätzlich gilt es in dieser Phase vorhandene Mängel zu beseitigen, die Anlagen zu optimieren und die Mitarbeiter auf die neue Linie auszubilden. Bei Durchführung der 0S wird unter allen später vorherrschenden Serienbedingungen produziert. Bis zum Beginn der Serienproduktion (Start of Production - SOP) finden diverse Qualitätsuntersuchungen der Motoren statt.

### 3.3 Anwendung von Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen

Im Folgenden werden die in Kapitel 2.2 vorgestellten Methoden anhand eines Beispiels angewendet, um deren Eignung für die Umsetzung neuer Motorenfertigungen zu untersuchen.

Abbildung 3.2 zeigt die Prozesse, die bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen durchlaufen werden. Jedoch sind in dem Flussdiagramm keine Informationen über die Dauer einzelner Vorgänge und über terminliche Zusammenhänge erkennbar. Dafür sind andere Methoden besser geeignet. Damit die Funktionsweise der Methoden deutlich wird und Vor- bzw. Nachteile gut erkennbar sind wird in dem Beispiel auf eine detaillierte Darstellung des Ablaufs verzichtet. In Abbildung 3.2 ist bereits eine für ein übersichtliches Beispiel sinnvolle Einteilung des Gesamtablaufs getroffen worden. Danach gliedert sich der gesamte Ablauf in folgende Phasen:

1. Planung
2. Beschaffung
3. Anfertigung
4. Transport
5. Aufbau
6. Serienvorbereitung

Es kommt vor, dass in einer Fertigungslinie mehrere Maschinen oder sonstige benötigte Gegenstände von einem Lieferanten bezogen werden. In diesem Fall kann es sinnvoll sein die Planung und die Beschaffung dieser Gegenstände zusammen in einem Beschaffungsumfang abzuwickeln. Dadurch wird Doppelarbeit vermieden. Ein Beschaffungsumfang kann demnach mehrere Positionen enthalten. Anfertigung, Transport und Aufbau können sich bei den einzelnen Positionen jedoch unterscheiden und sind daher getrennte Abläufe. Zum einen hat der Lieferant begrenzte Kapazitäten und zum anderen werden die einzelnen Positionen zu unterschiedlichen Zeiten am Produktionsstandort benötigt.<sup>32</sup> Die Serienvorbereitung findet für die gesamte Produktion statt d.h. alle im Terminplan aufgeführten Positionen durchlaufen die Serienvorbereitung zur selben Zeit.

In folgendem Beispiel werden zwei Beschaffungsumfänge betrachtet. Der erste Beschaffungsumfang enthält eine Maschine und der zweite Beschaffungsumfang enthält zwei Maschinen. Die daraus resultierenden Vorgänge werden zunächst in der Terminliste aufgelistet. Anschließend werden die Vorgänge in einem Netzplan dargestellt und eine Terminierung der Vorgänge durchgeführt. Zum Schluss werden die Vorgänge in einen Balkenplan eingefügt und nach einer Analyse der unterschiedlichen Darstellungsvarianten die optimale Darstellungsform ermittelt.

---

<sup>32</sup> Vgl. Kapitel 6.3.2.

### 3.3.1 Terminliste

In Tabelle 3.1 ist die Terminliste für das beschriebene Beispiel dargestellt. Darin sind alle aus dem Beispiel resultierenden Vorgänge mit ihrer zeitlichen Lage aufgelistet. Die einzelnen Vorgänge stehen in einem bestimmten Zusammenhang zueinander. Dieser ist durch die Angabe der Vorgänger- und Nachfolgevorgänge beschrieben.

Vorgangsnr.	Vorgangsname	Dauer/ Wochen	Anfang/ Woche	Ende/ Woche	Vorgänger	Nachfolger
1.1	Planung	4	1	5	-	2.1
2.1	Beschaffung	6	5	11	1.1	3.1
3.1	Anfertigung	15	11	26	2.1	4.1
4.1	Transport	4	26	30	3.1	5.1
5.1	Aufbau	5	30	35	4.1	6
1.2	Planung	6	1	7	-	2.2
2.2	Beschaffung	7	7	14	1.2	3.2.1; 3.2.2
3.2.1	Anfertigung	12	14	26	2.2	4.2.1
4.2.1	Transport	4	26	30	3.2.1	5.2.1
5.2.1	Aufbau	3	30	33	4.2.1	6
3.2.2	Anfertigung	18	14	32	2.2	4.2.2
4.2.2	Transport	4	32	36	3.2.2	5.2.2
5.2.2	Aufbau	6	36	41	4.2.2	6
6	Serienvorbereitung	7	41	48	5.1; 5.2.1; 5.2.2	-

**Tabelle 3.1:** Terminliste eines Beispiels aus der Motorenfertigung  
**Quelle:** eigene Darstellung

Für eine eindeutige Zuordnung der Vorgänge sollte jedem Vorgang eine einmalige Vorgangsnummer zugeteilt werden. Die Verwendung eines logischen Nummernschlüssels bietet dabei entscheidende Vorteile.<sup>33</sup> So können über die Vorgangsnummer direkt die entsprechende Vorgangsart und der zugehörige Beschaffungsumfang zugeordnet werden. In Tabelle 3.1 sind die Vorgangsnummern folgendermaßen zusammengesetzt:

1. Ziffer: Nummer der Vorgangsart (Phasen in Kapitel 3.3)
2. Ziffer: Nummer des Beschaffungsumfangs (Nur angegeben wenn der Vorgang einem bestimmten Beschaffungsumfang zugeordnet werden kann)
3. Ziffer: Nummer der Position im Beschaffungsumfang (Nur angegeben wenn mehrere Positionen in einem Beschaffungsumfang enthalten sind)

<sup>33</sup> Vgl. Burghardt (1997), S. 237.



Beschaffungsumfang 1 enthält eine Maschine. Daher werden die Einzelvorgänge nicht weiter unterteilt. Bei Beschaffungsumfang 2 werden zwei Maschinen in Auftrag gegeben. Diese durchlaufen beide denselben Planungs- und Beschaffungsablauf. Für die Anfertigung, den Transport und den Aufbau der Maschinen trennen sich die Einzelvorgänge, da sich hierbei die Termine von beiden Maschinen unterscheiden. Die Serienvorbereitung wird von jeder Maschine gleichermaßen und zur selben Zeit durchlaufen. Daher reicht die einmalige Ausführung dieses Vorgangs.

### 3.3.2 Netzplan

In Kapitel 2.2.2 wurden verschiedene Methoden aufgezeigt, wie ein Netzplan aufgebaut werden kann. Nun wird mit dem erläuterten Beispiel anhand der Metra-Potenzial-Methode gezeigt, wie ein Netzplan funktioniert und welche Möglichkeiten er bietet.

Jeder Vorgangsknoten enthält einige Informationen. Abbildung 3.3 zeigt einen solchen Vorgangsknoten.

<b>Nr.</b>		
<b>Vorgang</b>		
<b>FAZ</b>	<b>D</b>	<b>FEZ</b>
<b>SAZ</b>	<b>GPZ</b>	<b>SEZ</b>

FAZ: Frühester Anfangszeitpunkt  
FEZ: Frühester Endzeitpunkt  
SAZ: Spätester Anfangszeitpunkt  
SEZ: Spätester Endzeitpunkt  
D: Dauer  
GPZ: Gesamtpufferzeit

**Abbildung 3.3: Vorgangsknoten**  
**Quelle: in Anlehnung an Burghardt (2007), S. 125**

#### Terminberechnung:

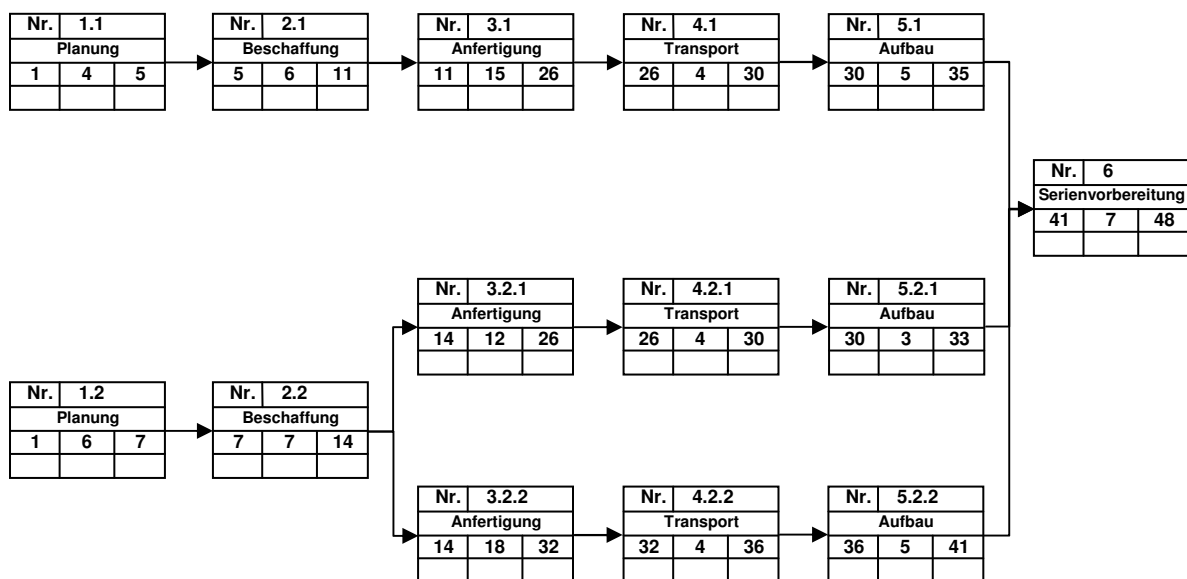
Mit Hilfe des Netzplans lassen sich die genauen Anfangs- und Endtermine jedes einzelnen Vorgangs berechnen. Die Grundlage dafür stellen die Dauern der einzelnen Vorgänge und deren Anordnungsbeziehungen dar. Aus den berechneten Terminen können einzelne Pufferzeiten der Vorgänge sowie kritische Pfade ermittelt werden. Die Terminberechnung erfolgt in zwei Schritten: Der Vorwärtsrechnung und der Rückwärtsrechnung. Aufgrund von Abhängigkeiten zwischen Vorgängen können einige Vorgänge ohne Auswirkung auf die Gesamtprojektlänge früher oder später ausgeführt werden. Die Dauer zwischen frühester und spätester Terminlage ist die Pufferzeit. Ein kritischer Pfad tritt bei einer Vorgangsfolge auf, bei der keine Pufferzeiten vorhanden sind.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Vgl. Burghardt (2007), S. 126.

**Vorwärtsrechnung:**

Abbildung 3.4 zeigt an dem in Kapitel 3.3 vorgestellten Beispiel die Vorwärtsrechnung anhand eines Netzplans in der MPM-Darstellung. Die Vorwärtsrechnung beginnt mit dem Anfangszeitpunkt des ersten Vorgangs. In dem Beispiel wird in Woche 1 gestartet. Durch Addition des frühesten Startzeitpunktes mit der Dauer des Vorgangs lässt sich der früheste Endzeitpunkt berechnen. Mit Berücksichtigung der entsprechenden Anordnungsbeziehungen lassen sich im Anschluss die frühesten Anfangszeitpunkte der Folgevorgänge ermitteln. Daraus ergeben sich wiederum durch Addition der Dauer die frühesten Endzeitpunkte des Vorgangs usw. In dem Beispiel handelt es sich durchgängig um Ende-Anfang-Beziehungen ohne zeitlichen Versatz. Daher sind die Anfangszeitpunkte der Nachfolgevorgänge immer gleich den Endzeitpunkten der Vorgängervorgänge. Ist der Anfangszeitpunkt eines Vorgangs von mehreren Vorgängen abhängig kann die Bearbeitung des Vorgangs erst nach Abschluss aller vorherigen Vorgänge begonnen werden. Dieser Fall tritt bei der Serienvorbereitung (Vorgang Nr. 6) auf. Sie kann erst begonnen werden wenn alle Maschinen aufgebaut sind. Sind einige Maschinen bereits früher aufgebaut (Vorgang Nr. 5.1 und 5.2.1), haben diese eine Pufferzeit bis die letzte Maschine aufgebaut ist und mit der Serienvorbereitung begonnen werden kann.

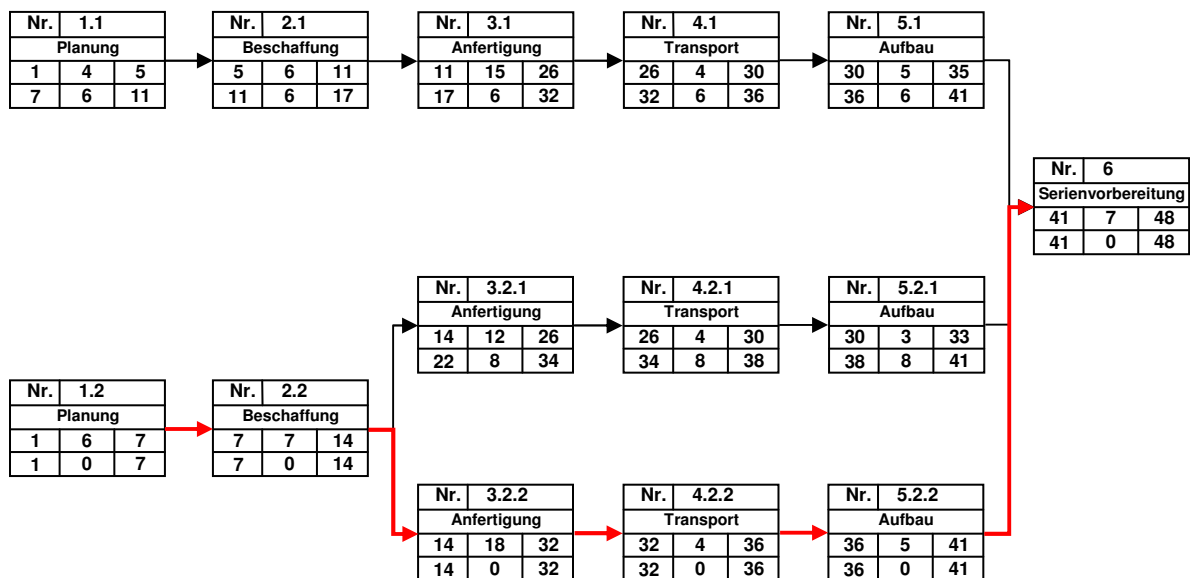


**Abbildung 3.4:** Vorwärtsrechnung im Netzplan  
**Quelle:** eigene Darstellung

Das Ergebnis der Vorwärtsrechnung ist die Bestimmung aller frühesten Zeitpunkte. Als wichtigste Information kann der Endzeitpunkt des gesamten Projektes aus der Vorwärtsrechnung entnommen werden. In dem Beispiel endet das gesamte Projekt mit Abschluss der Serienvorbereitung in Woche 48.

**Rückwärtsrechnung:**

Bei der Rückwärtsrechnung wird das Ende des letzten Vorgangs als Ausgangszeitpunkt verwendet. Der Termin wird entweder als Fixtermin festgelegt oder durch die Gesamtprojektdauer bestimmt. Bei dem in Abbildung 3.5 dargestellten Beispiel wird der späteste Endzeitpunkt mit dem durch die Vorwärtsrechnung ermittelten frühesten Endzeitpunkt gleichgesetzt. Durch Subtraktion der Dauer lässt sich der späteste Anfangszeitpunkt des Vorgangs ermitteln. Der späteste Anfangszeitpunkt bestimmt, ähnlich wie bei der Vorwärtsrechnung, über Anordnungsbeziehungen die spätesten Endzeitpunkte der Vorgängervorgänge. Durch Subtraktion der Dauer lassen sich nun wiederum deren spätesten Anfangszeitpunkte ermitteln usw. In dem Beispiel sind aufgrund der Ende-Anfang-Beziehungen die Endtermine der Vorgängervorgänge mit den Anfangsterminen der Nachfolgevorgänge identisch. Bei einigen Vorgängen ergibt sich aufgrund der Vernetzung der Vorgänge ein Unterschied zwischen spätesten Endzeitpunkt und frühesten Endzeitpunkt sowie zwischen spätesten Anfangszeitpunkt und frühesten Anfangszeitpunkt. Die Differenz zwischen den spätesten und den frühesten Terminen ist die Gesamtpufferzeit. Sie beschreibt die Zeitreserve für die Tätigkeitsdauer eines Vorgangs.<sup>35</sup>



**Abbildung 3.5: Rückwärtsrechnung im Netzplan**  
**Quelle: eigene Darstellung**

Beispiel Vorgang Nr. 5.2.1: Der Vorgang dauert drei Wochen. Er kann frühestens in Woche 30 beginnen und muss spätestens in Woche 41 beendet werden um die Dauer des Gesamtprojektes nicht zu beeinflussen. Demnach stehen elf Wochen für die Bearbeitung des

<sup>35</sup> Vgl. Burghardt (2007), S. 127 ff.

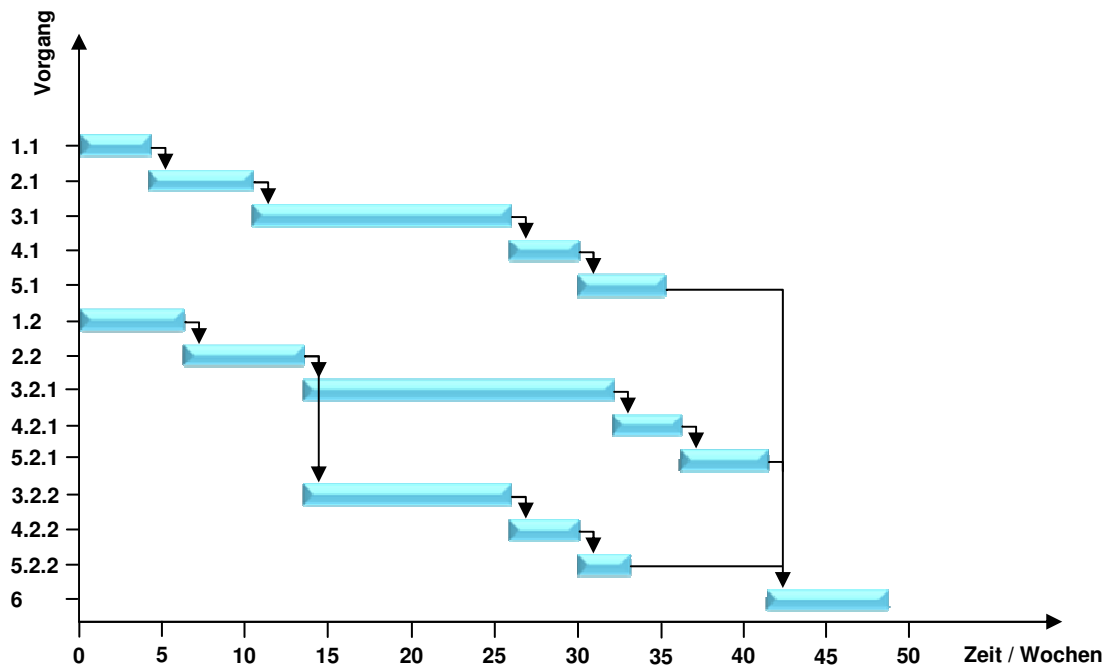
Vorgangs zur Verfügung. Das sind acht Wochen mehr als tatsächlich benötigt. Diese acht Wochen Zeitreserve setzen voraus, dass alle vorigen Vorgänge zum frühesten Anfangszeitpunkt begonnen und abgeschlossen wurden. Im Allgemeinen ist es jedoch häufig sinnvoll Vorgänge so spät wie möglich zu bearbeiten um die Kapitalbindung, Liegezeiten etc. zu verringern. Jedoch steigt bei einer Verlagerung der Termine auf den spätesten Zeitpunkt das Risiko der Projektdauerverlängerung. So kann die Verzögerung eines Vorgangs, der auf den spätesten Anfangstermin verschoben wurde, dazu führen, dass der Projektabschlussstermin nicht eingehalten werden kann. Durch einen möglichen früheren Start des Vorgangs hätte dies verhindert werden können. Beginnt Vorgang Nr. 5.2.1 in Woche 38 und würde aufgrund einer Störung fünf, statt der geplanten drei Wochen benötigen könnte die Serienvorbereitung frühestens in Woche 43 starten. Dadurch würde sich das Projektende, bei einer planmäßig ablaufenden Serienvorbereitung, um zwei Wochen nach hinten verschieben. Bei einem früheren Anfangszeitpunkt des Vorgangs hätte die verlängerte Vorgangsdauer keine Auswirkungen auf die Gesamtprojektdauer. Daher sollte gut überlegt werden zu welchem Zeitpunkt Vorgänge mit einer Pufferzeit gestartet werden.

Die Vorgangsfolge bei der keine Pufferzeiten vorhanden sind nennt sich kritischer Pfad. Er ist in Abbildung 3.5 durch rote Pfeile dargestellt. Bei Vorgängen die im kritischen Pfad liegen führt jede Verzögerung zu einer Verlängerung der Gesamtprojektdauer. Daher sollten diesen Vorgängen besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht werden. Der kritische Pfad bietet jedoch auch Chancen, da die Optimierung eines Vorgangs zu einer Verkürzung der Gesamtprojektzeit führen kann.

Andere Netzplanarten, die z.T. in Kapitel 2.2.2 vorgestellt wurden, funktionieren ähnlich und liefern ein vergleichbares Ergebnis. Aus diesem Grund werden sie nicht gesondert angewendet.

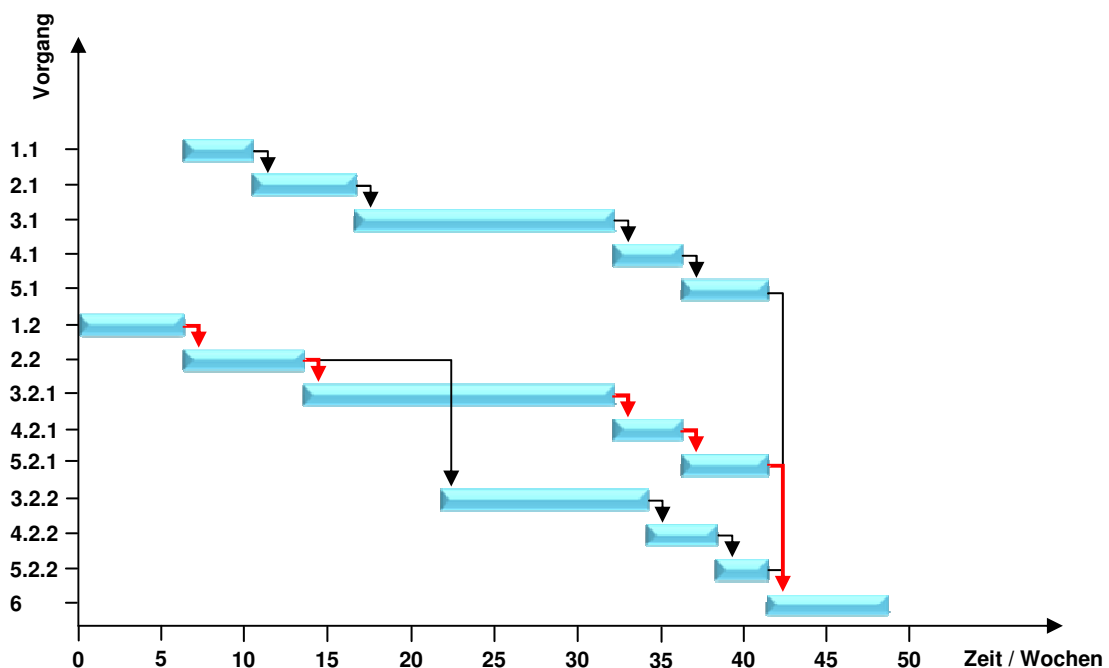
### **3.3.3 Balkenplan**

Abbildung 3.6 zeigt den Balkenplan des in Kapitel 3.3 vorgestellten Beispiels. Jeder Vorgang ist in einer eigenen Zeile als Balken dargestellt. Die Abhängigkeiten werden durch Pfeile zwischen den Vorgängen aufgezeigt. Die Dauer und die zeitliche Lage der einzelnen Vorgänge sind sehr gut durch die Länge und die Position der Balken erkennbar. Die Vorgänge können je nach Terminierung im Balkenplan entsprechend angepasst werden. In Abbildung 3.6 sind die Vorgänge nach der Vorwärtsrechnung angeordnet. Hinter Vorgang Nr. 5.1 und 5.2.2 ist die im Netzplan bereits ermittelte Pufferzeit zu erkennen.



**Abbildung 3.6:** Vorwärtsterminierter Balkenplan  
**Quelle:** eigene Darstellung

Abbildung 3.7 zeigt den Balkenplan mit rückwärts terminierten Vorgängen. Zusätzlich ist in dieser Darstellung der kritische Pfad durch rote Pfeile eingezeichnet. Die Pufferzeiten sind ebenfalls vorhanden. Eine Pufferzeit liegt zwischen Vorgang Nr. 2.2 und Vorgang Nr. 3.2.2. Die Pufferzeit von Beschaffungsumfang 1 ist durch den später startenden Vorgang 1.1 erkennbar.



**Abbildung 3.7:** Rückwärtsterminierter Balkenplan  
**Quelle:** eigene Darstellung

### **3.3.4 Eignung der Methoden für die Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen**

Bei der Beurteilung der Methoden muss beachtet werden, dass in der Praxis wesentlich mehr Beschaffungsumfänge als in dem vorgestellten Beispiel vorhanden sind. Zusätzlich kann eine detailliertere Darstellung der Vorgänge und das Aufführen von Meilensteinen sinnvoll sein. Dadurch wird die Gesamtdarstellung komplexer und unübersichtlicher.<sup>36</sup>

#### **Terminliste:**

Die Terminliste ist ein gutes Hilfsmittel zur ersten Erfassung aller Vorgänge in einem Projekt. Sie ist schnell zu erstellen und es werden dafür keine besonderen Kenntnisse benötigt. Die Terminliste ist jedoch nicht sehr überschaubar. Die terminlichen Zusammenhänge sind für den Betrachter bereits bei der in Tabelle 3.1 geringen Anzahl an Vorgängen nur schwer vorstellbar. Da die Vorgänge bei der Erstellung neuer Fertigungslinien für die Motorenproduktion bekannt und immer die gleichen sind, bietet die Anwendung der Terminliste hier keine besonderen Vorteile.

#### **Netzplan:**

Der Netzplan ist eine geeignete Methode um alle Vorgänge in einem Projekt einzuplanen. Durch die optische Darstellung von Vorgängen und deren Anordnungsbeziehungen wird dem Betrachter eine gute Vorstellung der terminlichen Zusammenhänge vermittelt. Die zusätzliche Angabe der Dauer einzelner Vorgänge in Form von konkreten Zahlen ermöglicht eine übersichtliche Berechnung aller Einzeltermine im Projekt. Aus der Berechnung gehen Pufferzeiten und kritische Vorgänge hervor. Die terminliche Situation des Projektes wird dadurch komplett und eindeutig beschrieben.

In der Darstellung des Netzplans werden alle zeitlichen Angaben durch Zahlen beschrieben. Für den Betrachter ist es aufgrund der großen Menge an Zahlen im Netzplan schwer eine klare Vorstellung über den zeitlichen Ablauf im Projekt zu bekommen. Der Balkenplan bietet hierfür eine bessere Lösung.

---

<sup>36</sup> Vgl. Kapitel 3.5.

### **Balkenplan:**

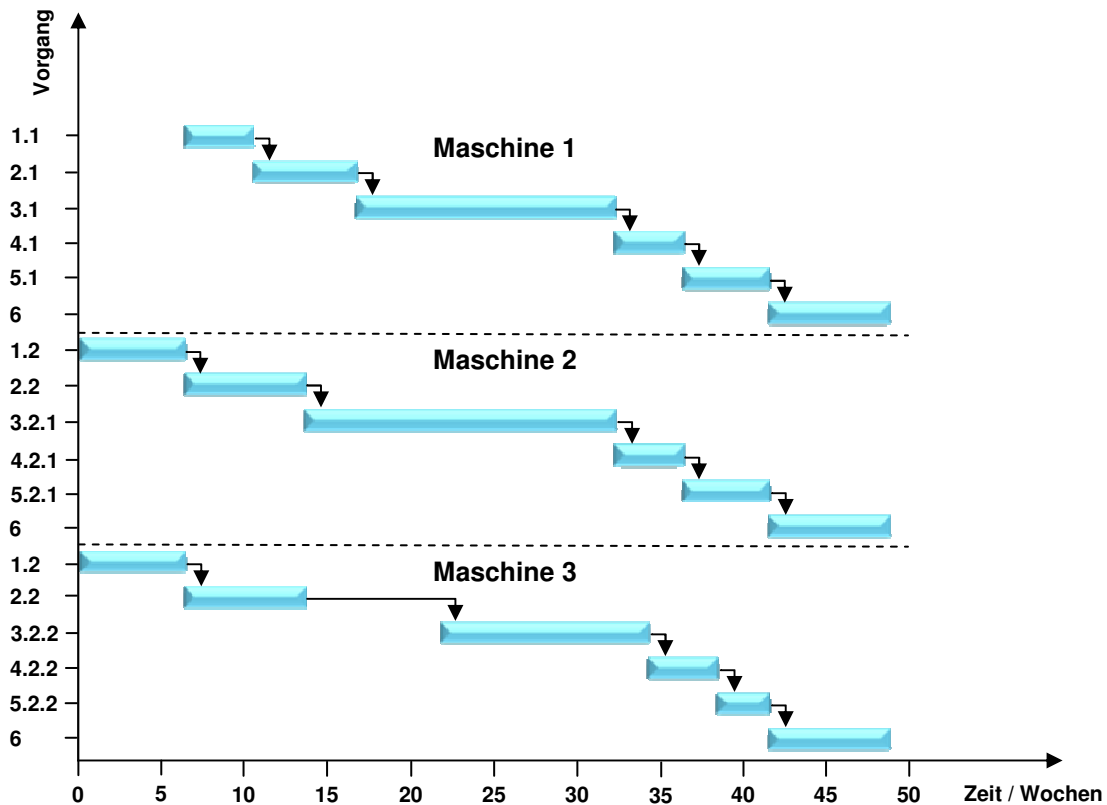
In dem Balkenplan werden die zeitliche Lage und die Dauer von Vorgängen nicht durch Zahlen wie im Netzplan, sondern durch die Position und die Länge von Balken auf einer Zeitachse beschrieben. Durch die proportionale Darstellung der Vorgangsbalken zum Zeitablauf und durch die aufgezeigten Anordnungsbeziehungen wird dem Betrachter eine klare Vorstellung der gesamten terminlichen Situation vermittelt. Einzelne Vorgänge können gut erkannt und eindeutig zugeordnet werden. Diese Gründe sprechen für eine Darstellung des Projektablaufs im Balkenplan.

Für die praktische Anwendung muss jedoch beachtet werden, dass wesentlich mehr Vorgänge und Anordnungsbeziehungen (als in Abbildung 3.6) dargestellt werden müssen. Die Vielzahl an Vorgängen lässt die Höhe des Balkenplans stark ansteigen. Dadurch wird die Darstellung des Gesamtprojektes sehr unübersichtlich und kann nicht in einer anschaulichen Form auf Papier gebracht werden. Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel die Darstellung des Balkenplans speziell für den Projektablauf bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen optimiert.

### 3.4 Herleitung des optimalen Darstellungskonzeptes

Bei dem in Kapitel 3.2 erläuterten Projektablauf fällt auf, dass alle Vorgänge bei der Beschaffung einer Maschine nacheinander durchlaufen werden. Im Balkenplan müssen somit keine parallel laufenden Vorgänge für eine Maschine dargestellt werden. Daher ist es vorstellbar die einzelnen Vorgänge einer Maschine nicht in einer eigenen Zeile, sondern direkt hintereinander aufzuzeigen, wodurch sich der gesamte Balkenplan erheblich in der Höhe reduzieren würde. Statt der vorher benötigten sechs Zeilen wird nur eine Zeile im Balkenplan benötigt. Zusätzlich müssten die Anordnungsbeziehungen nicht explizit als Pfeile aufgezeigt werden, da alle in einer Zeile befindlichen Vorgänge durch Ende-Anfang-Beziehungen verbunden sind.

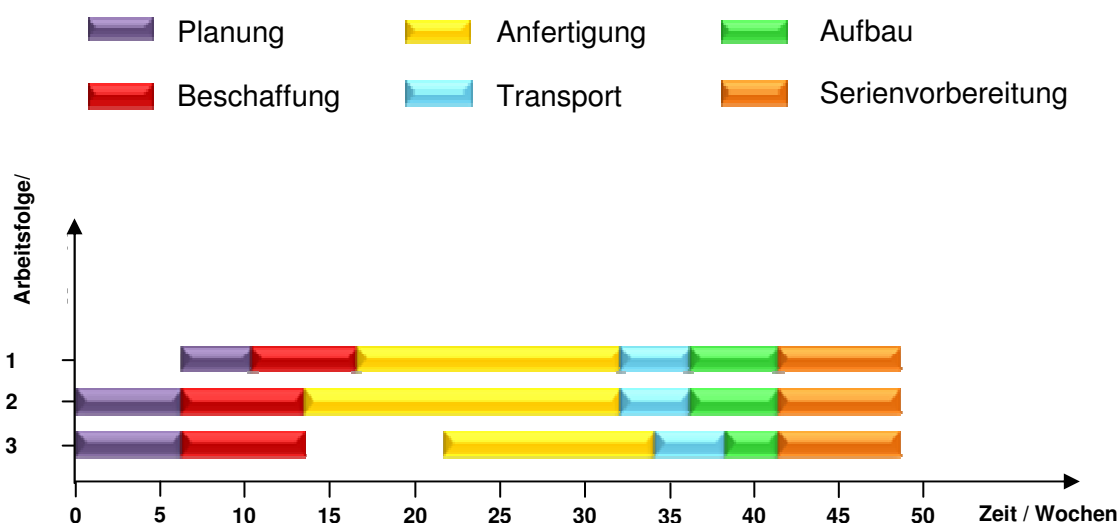
Um diese Darstellungsform zu erreichen müssen identische Vorgänge, die von mehreren Maschinen durchlaufen werden und bisher nur einmal aufgeführt wurden, für jede Maschine gesondert dargestellt werden. Abbildung 3.8 zeigt einen Balkenplan der alle Vorgänge für jede Maschine enthält. Die Planung und Beschaffung von Beschaffungsumfang 2 (Vorgang Nr. 1.2 und 2.2), sowie die Serienvorbereitung (Vorgang Nr. 6) sind daher mehrfach aufgelistet. Diese Darstellung bringt in der Form keine Vorteile und ist nur für die Herleitung zum optimalen Darstellungskonzept aufgeführt. Es ist gut erkennbar, dass alle Vorgänge einer Maschine nacheinander folgen und keine Überschneidungen existieren.



**Abbildung 3.8:** Balkenplan nach Maschine geordnet  
**Quelle:** eigene Darstellung



Durch die geforderte Verschiebung der Vorgänge einer Maschine auf gleiche Höhe, wäre die Unterscheidung der einzelnen Vorgänge nicht mehr möglich. Es würde lediglich ein durchgängiger Balken erkennbar sein. Abhilfe schafft eine farbliche Unterscheidung der Vorgänge. Die Art des Vorgangs kann dadurch eindeutig zugeordnet werden. Eine Angabe einzelner Vorgangsnummern ist in der Darstellung daher nicht mehr zwingend erforderlich. Welcher Maschine der Vorgang zugehörig ist, bestimmt die Zeile in der sich der Vorgang befindet. Auf der Ordinate sind somit nicht mehr die einzelnen Vorgänge, sondern die Maschinen bzw. die zugehörigen Arbeitsfolgen aufgelistet. Um jede Maschine einem Beschaffungsumfang zuzuordnen und somit mehrfach aufgeführte Planungs- und Beschaffungsvorgänge aufzuzeigen könnte zusätzlich die Nummer des Beschaffungsumfangs angegeben werden. Jedoch ist dies im Terminplan nicht unbedingt notwendig. Die Priorität liegt in der Veranschaulichung wann, welche Maschine, welchen Vorgang durchläuft. Ob die Maschine den Vorgang mit weiteren Maschinen gemeinsam durchläuft ist nebensächlich. Die Angabe der Nummer des Beschaffungsumfangs würde im Terminplan eher für Verwirrung sorgen, als hilfreiche Informationen liefern. Abbildung 3.9 zeigt das Konzept einer optimalen Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen. Die farbliche Zuordnung der Vorgänge ist folgendermaßen:



**Abbildung 3.9:** Optimales Darstellungskonzept  
**Quelle:** eigene Darstellung

Durch die Anordnung der Vorgänge einer Maschine hintereinander ergibt sich eine kompakte, aber dennoch übersichtliche Darstellung des gesamten Projektablaufs. Die zeitliche Lage, Dauer, Art und Zugehörigkeit der Vorgänge ist selbst ohne vertiefende Kenntnisse des Betrachters schnell und eindeutig erkennbar.

### **3.5 Detaillierung**

Bisher wurde der in Kapitel 3.2 beschriebene Ablauf bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen in grobe Phasen eingeteilt. Dadurch konnte die Funktionsweise von Methoden zur Darstellung von terminlichen Abläufen, sowie deren Eignung für die Erstellung neuer Motorenfertigungen anschaulich beschrieben und beurteilt werden. Das Ziel in diesem Kapitel ist die Bestimmung einer für die Projektsteuerung sinnvollen Detaillierung des Projektablaufs im Terminplan.

#### **3.5.1 Differierender Informationsbedarf**

Eine geeignete Detaillierung des Terminplans ist notwendig, damit der Betrachter auf den ersten Blick die für ihn wichtigen Informationen erkennen kann. Eine zu detaillierte Darstellung lässt den Terminplan unübersichtlich erscheinen und überfordert den Betrachter. Bei zu wenig Informationsgehalt schwindet dagegen die Aussagekraft des Terminplans. Die Planung, Durchführung und Kontrolle von wichtigen, aber nicht aufgeführten Vorgängen oder Meilensteinen könnte in Vergessenheit geraten. Demnach muss ein passendes Mittelmaß gefunden werden.

Um den Detaillierungsgrad eines Terminplans zu bestimmen muss feststehen von wem und wofür er eingesetzt wird. In einem Unternehmen existieren verschiedene hierarchische Ebenen, die nach einer unterschiedlichen Informationstiefe verlangen.<sup>37</sup> Ein Mitarbeiter, der für die Entwicklung eines neuen Fertigungskonzeptes und dessen Umsetzung für ein neues Werk zuständig ist, benötigt detaillierte Informationen über die erforderlichen Entwicklungsvorgänge. Die Projektsteuerung für die Erstellung des neuen Werkes verlangt dagegen nach einer Gesamtübersicht aller zu erstellenden Fertigungslinien. Meilensteine stellen bei der Bestimmung der aufzuführenden Termine ein wichtiges Element dar. An ihnen kann das Erreichen eines eindeutigen Projektstatus abgefragt und konkrete Ergebnisse kontrolliert werden.<sup>38</sup>

#### **3.5.2 Zeitangabe**

Der gesamte Projektablauf für die Erstellung eines neuen Motorenwerkes kann sich über mehrere Jahre erstrecken. Die Angabe der Termine auf den Tag oder sogar die Stunde genau macht bei einem so großen Zeitfenster keinen Sinn und ist meist auch nicht möglich. In dem Terminplan für die Erstellung neuer Motorenfertigungen ist die Angabe der Kalenderwoche (KW) als kleinste Zeiteinheit angemessen.

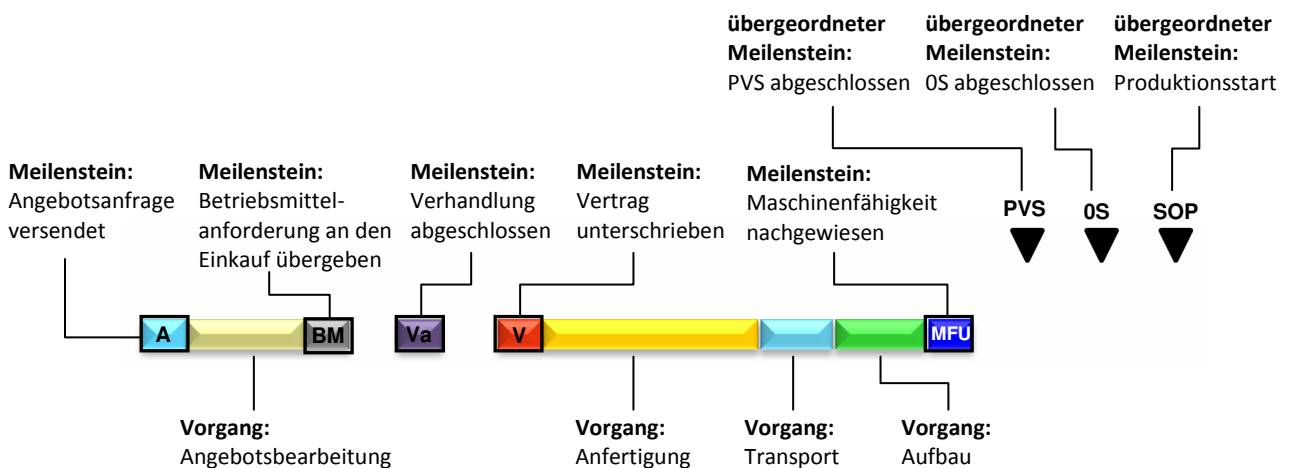
---

<sup>37</sup> Vgl. Hab, Wagner (2010), S.120 ff.; Burghardt (1997), S. 247.

<sup>38</sup> Vgl. Madauss (2000), S. 214 f.

### 3.5.3 Detaillierung der Termindarstellung für die Projektsteuerung

Das erste für die Projektsteuerung relevante Ereignis ist der Versand der Angebotsanfrage (A) an die Lieferanten. Daran ist zu erkennen, wann mit der Angebotsbearbeitung begonnen wird. Einzelne Untervorgänge, die während der Angebotsbearbeitung stattfinden, sind für die Projektsteuerung nicht von besonderer Bedeutung und werden daher nicht dargestellt. Das nächste wichtige Ereignis ist die Übergabe der Betriebsmittelanforderung an den Einkauf. Die Betriebsmittelanforderung wird von den Projektmitarbeitern geschrieben und kann in der Projektsteuerung daher als gute Statusabfrage bei den eigenen Mitarbeitern verwendet werden. Als anschließende Meilensteine werden die abgeschlossene Verhandlung (Va) und der unterschriebene Vertrag (V) aufgezeigt. Dies ermöglicht die Abfrage und Kontrolle der Schritte, die während der Beschaffungsphase durchlaufen werden. Die Phasen Anfertigung, Transport und Aufbau werden als ganzes dargestellt. Einzelne Vorgänge, die z.B. für die Anfertigung einer Maschine beim Lieferanten notwendig sind, müssen in der Projektsteuerung nicht berücksichtigt werden. Eine abgeschlossene MFU stellt das letzte wichtige Ereignis vor Beginn der Serienvorbereitung dar. Es muss sichergestellt werden, dass alle Maschinenfähigkeiten vor dem Start der Produktionsversuchsserie nachgewiesen werden. Dadurch stellt dieser Meilenstein eine Besonderheit dar. Die Serienvorbereitung unterteilt sich in die Meilensteine PVS, OS und SOP. Diese Meilensteine werden von der gesamten Produktion gleichzeitig durchlaufen. Aus diesem Grund können sie übergeordnet dargestellt werden. So müssen sie nicht explizit für jede Arbeitsfolge aufgeführt werden. Alle anderen Meilensteine, die für eine bestimmte Position im Terminplan gelten, werden sinnvollerweise in der gleichen Zeile wie die Vorgänge positioniert. Durch diese Anordnung und der beschriebenen Detaillierung des Projektablaufs ergibt sich die in Abbildung 3.10 gezeigte Darstellung.



**Abbildung 3.10:** Detaillierte Termindarstellung für die Projektsteuerung  
**Quelle:** eigene Darstellung

### 3.5.4 Anpassung der Detaillierung

Bei der beschriebenen Detaillierung des Projektablaufs ist zu beachten, dass nur der Standardablauf betrachtet wurde. In der Praxis kann bei einem abweichenden Projektablauf die Auflistung weiterer Termine sinnvoll sein. Ein Beispiel dafür ist der Beschaffungsablauf. Dieser kann je nach Region variieren. Dementsprechend können in dieser Phase weitere Vorgänge bzw. Meilensteine aufgezeigt werden.

Weiterhin ist es häufig sinnvoll vor der endgültigen Vertragsunterzeichnung einen Letter of Intent (LOI) auszustellen. Dabei handelt es sich um ein Dokument, in welchem der Auftraggeber dem Lieferanten die Absicht für einen Vertragsabschluss bestätigt. Der LOI wird dann ausgestellt, wenn die Unterzeichnung des Vertrags aus verschiedenen Gründen nicht sofort möglich ist. So kann der Lieferant bereits vor der endgültigen Vertragsunterzeichnung mit der Einplanung beginnen, wodurch sich der Gesamtablauf verkürzt. Der LOI stellt jedoch kein rechtsgültiges Dokument dar.<sup>39</sup>

Ein weiterer bei Bedarf aufzuführender Termin ist die Betriebsfertige Übergabe (BÜ). Hierbei findet die endgültige Übergabe einer Maschine von dem Lieferanten an den Auftraggeber statt. Dies geschieht, wenn die Maschine am endgültigen Produktionsstandort aufgebaut und für die Serienproduktion betriebsbereit ist. Die BÜ sollte vor dem Start der OS abgeschlossen sein.

---

<sup>39</sup> Madauss (2000), S. 349 f.

## 4 Projektmanagement Software

Auf dem Markt wird inzwischen eine unüberschaubare Menge an Softwarelösungen angeboten, mit denen es möglich ist terminliche Abläufe darzustellen und zu berechnen. Zum größten Teil handelt es sich hierbei um Softwaremodule, die in teilweise komplexer Anwendungssoftware für das Projektmanagement integriert sind.

Der Funktionsumfang und die Ausrichtung von Projektmanagement Software unterscheidet sich stark.<sup>40</sup> Einige zielen darauf ab eine Vielzahl an ähnlichen Projekten an mehreren Projektstandorten zu koordinieren.<sup>41</sup> Andere versuchen durch die Anknüpfung an bereits weit verbreiteter Software die Akzeptanz der Anwender zu erhöhen. So bietet die Inloox GmbH beispielsweise eine in Microsoft Outlook integrierte Projektmanagement Software an. Dadurch können u.a. die bereits aus dem Tagesgeschäft vorhandenen Informationen wie Termine, Aufgaben und Kontakte direkt für das Projektmanagement verwendet werden.<sup>42</sup>

### 4.1 Implementierung von Projektmanagement Software

Die Auswahl einer gut geeigneten Software für ein Projekt fällt bei dem großen Angebot entsprechend schwer und wird oft unterschätzt. Es müssen bei der Beschaffung nicht nur die Leistungsmerkmale und die Kosten berücksichtigt werden. Andere Punkte, wie Bedienerfreundlichkeit, Implementierbarkeit und Akzeptanz bei den Mitarbeitern können ebenfalls über den Erfolg bzw. Misserfolg der ausgewählten Softwareanwendung entscheiden.

Die Komplexität der gewünschten Softwareanwendung muss klar definiert sein. Es sollte im Vorfeld genau festgelegt werden, was die Software leisten soll und welche Funktionen enthalten sein sollen. Komplexe Anwendungen bedürfen oftmals einer arbeitsintensiven Datenpflege. Bei einfacher Software fällt dieser Aufwand meist geringer aus. Daher sollte bei der Beschaffung von Software immer eine Aufwand- / Nutzenanalyse durchgeführt werden. Dabei wird betrachtet wie aufwendig die Pflege der Daten ist und welchen Nutzen der Anwender daraus ziehen kann. Die entstehenden Lizenzkosten müssen dabei berücksichtigt werden.

Vor der Einführung des Systems müssen die Mitarbeiter geschult werden. Das Durchlaufen eines Pilotprojektes kann dabei sinnvoll sein. So wird das Risiko verringert, dass die Mitarbeiter nach der Einführung mehr belastet statt entlastet werden. Des Weiteren sollten, je nach Komplexität der Softwareanwendung, Richtlinien für die Handhabung der Software erstellt und weiterführende Bedienerunterstützung bereitgestellt werden. Die Implementie-

---

<sup>40</sup> Vgl. Burghardt (2007), S. 312.

<sup>41</sup> Vgl. Meyer (2010), S. 33 - 35.

<sup>42</sup> Vgl. Meyer (2008), S. 32 - 35.

Die Nutzung einer Projektmanagement Software ist demnach mit einem gewissen Aufwand verbunden.

Dem Unternehmen muss klar bewusst sein, dass der Einsatz von Software nicht den Erfolg des Projektes sicherstellt. Software stellt lediglich ein unterstützendes Hilfsmittel dar, welches Daten erfasst, verarbeitet und in anderer Form wieder ausgibt. Dadurch kann es zur Entscheidungsfindung beitragen. Die Entscheidung selbst muss jedoch vom Menschen getroffen werden. Ein schlechtes Projektmanagement wie z.B. eine unzureichende Projektplanung und -steuerung wird durch die Verwendung von Software nicht verbessert.<sup>43</sup>

### **4.2 Möglichkeiten im Umgang mit Terminen**

Die meisten Projektmanagement Softwareanwendungen bieten verschiedene Möglichkeiten einen Projektablauf darzustellen. Dazu müssen zunächst alle im Projekt vorhandenen Vorgänge und Meilensteine eingegeben werden. Für eine exakte Beschreibung des Projektablaufs müssen konkrete Termine von Vorgängen, die Dauer der Vorgänge und die Anordnungsbeziehungen zwischen den Vorgängen angegeben werden. Durch eine vollständige Eingabe können mit vielen Anwendungen Terminberechnungen durchgeführt werden. Dabei werden u.a. kritische Pfade und einzelne Pufferzeiten automatisch ermittelt. Zusätzlich können oftmals verschiedene Planungsszenarien berechnet und analysiert werden. Dadurch werden z.B. die Auswirkungen einer möglichen Verlängerung der Lieferzeit direkt bestimmt.<sup>44</sup>

Die Art der Darstellung von Terminabläufen lässt sich bei vielen Softwareanwendungen umschalten. So kann häufig zwischen einer Darstellung des Ablaufs in der Terminliste, im Netzplan oder im Balkenplan ausgewählt werden.<sup>45</sup>

### **4.3 Eignung von Projektmanagement Software für die Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen**

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Arbeit das Ziel verfolgt eine optimale Methode zur Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen zu finden. Es wird nicht beurteilt, ob der allgemeine Einsatz von Projektmanagement Software bei Projekten dieser Art sinnvoll ist.

---

<sup>43</sup> Vgl. Madauss (2000), S. 462 ff.

<sup>44</sup> Vgl. Hab, Wagner (2010), S. 119 f.

<sup>45</sup> Vgl. Jakoby (2010), S. 174.

Für den Balkenplan wird von den meisten Softwareanwendungen eine Darstellung bevorzugt, bei der jeder Vorgang in einer eigenen Zeile aufgeführt ist. Dies ist durchaus sinnvoll, da hierdurch alle möglichen Anordnungen von Vorgängen und verschiedene Anordnungsbeziehungen dargestellt werden können. Die Darstellung ist somit sehr flexibel. Werden mehrere Vorgänge in einer Zeile aufgeführt, können die Vorgänge bei zeitlichen Überschneidungen nicht unterschieden werden. Zusätzlich führt die Anzeige von Anordnungsbeziehungen, die keine Ende-Anfang-Beziehungen sind, zu einer unübersichtlichen Darstellung. Dennoch ist diese Art des Balkenplans bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen erwünscht.<sup>46</sup>

Einige Softwareanwendungen bieten die Funktion mehrere Vorgänge in einer Zeile anzuzeigen.<sup>47</sup> Bei der weit verbreiteten Projektmanagement Software von Microsoft (MS Project 2010) ist dies ebenfalls möglich. Dazu müssen die Untervorgänge eines Sammelvorgangs in der Zeile des Sammelvorgangs angezeigt werden. Der Sammelvorgang selber kann im Anschluss ausgeblendet werden. Dies ist relativ aufwendig und daher für eine häufige Anwendung weniger geeignet.

Rillsoft Project bietet eine umgängliche Lösung. Hier kann ein Vorgang durch die Aktivierung eines Buttons auf die darüber liegende Zeile verschoben werden. Abbildung 5.1 zeigt einen beispielhaften Projektablauf für die Erstellung einer neuen Fertigungslinie für das Zylinderkurbelgehäuse EA111. Die Abbildung wurde mit der Projektmanagement Software Rillsoft Project erstellt. In einer Zeile sind alle Termine dargestellt, die von der Angebotsanfrage bis zur abgeschlossenen MFU von einer Position durchlaufen werden. Die Meilensteine der Serienvorbereitung (PVS, OS, SOP) sind für die gesamte Fertigungslinie einmal aufgeführt. Es ergibt sich eine übersichtliche und kompakte Darstellung des Terminablaufs.

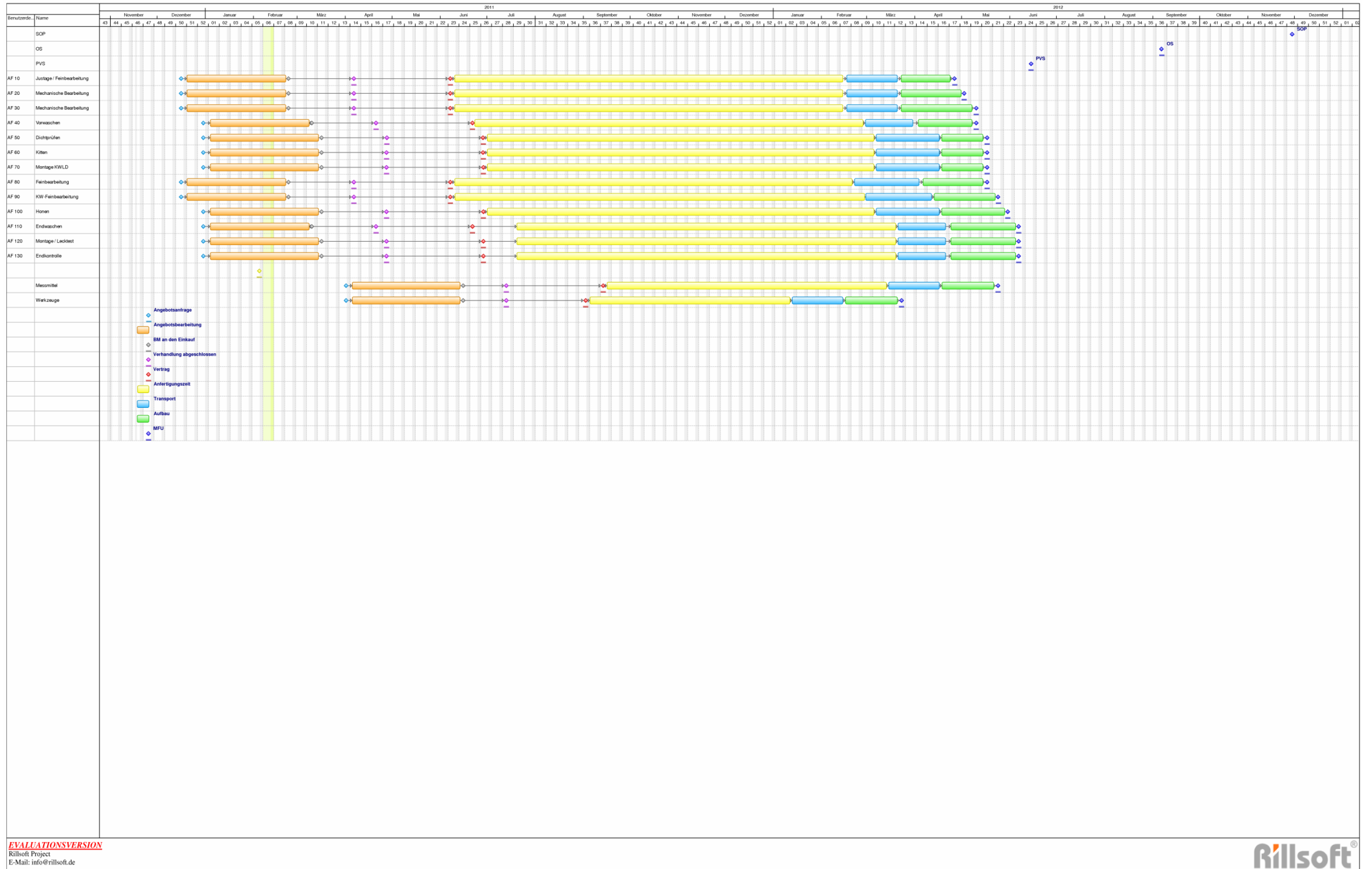
Der Aufwand für die Erstellung einer derartigen Darstellung des Projektablaufs ist mit allgemeinen Softwareanwendungen für das Projektmanagement relativ hoch. Es müssen alle Vorgänge und Meilensteine eines Ablaufs vereinzelt eingegeben werden. Jedem der eingetragenen Termine muss ein Zeitpunkt bzw. Zeitraum zugeteilt werden. Zusätzlich müssen Anordnungsbeziehungen zwischen den Vorgängen und Meilensteinen definiert werden. Sind alle Eingaben gemacht bedarf es einer häufig aufwendigen Formatierung bis die gewünschte Darstellungsform erzielt ist.

---

<sup>46</sup> Vgl. Kapitel 3.

<sup>47</sup> Beispiele hierfür sind: Asta Powerproject (Asta Development GmbH); pro-Plan5 (Gripware Datentechnik GmbH); Rillsoft Project (Rillsoft GmbH).

### Zylinderkurbelgehäuse EA111



**EVALUATIONSVERSION**  
 Rillsoft Project  
 E-Mail: info@rillsoft.de



**Abbildung 4.1:** Projekttablauf Zylinderkurbelgehäuse EA111  
**Quelle:** eigene Darstellung



Wünschenswert ist eine Eingabe von wenigen Daten und die direkte Darstellung des terminlichen Ablaufs. Aufgrund des vordefinierten und immer wiederkehrenden Terminablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen ist es vorstellbar diese Forderungen zu realisieren. Die vorhandenen Anordnungsbeziehungen können für jeden Ablauf standardmäßig festgelegt werden. Die Eingabe der genauen Anfangs- und Endtermine eines Vorganges lässt sich somit durch die Eingabe der Dauer eines Vorganges ersetzen. Um dies zu erreichen müssten in der Software programmtechnische Änderungen vorgenommen werden.

Die Möglichkeit durch eine spezifische Programmierung einen Terminplan zu erzeugen ist jedoch auch bei herkömmlichen Tabellenkalkulationsprogrammen gegeben. Diese Programme haben den entscheidenden Vorteil, dass sie im Unternehmen bereits vorhanden sind und eine bekannte Benutzeroberfläche bieten. Umfangreiche Schulungen bleiben somit erspart. Aus diesem Grund wird im folgenden Teil der Arbeit eine Softwareanwendung in Microsoft Excel vorgestellt, die speziell für die Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen entwickelt wurde.

## **5 Entwicklung einer Softwareanwendung**

Im Folgenden wird ausgehend von den in Kapitel 3 gewonnenen Erkenntnissen eine Softwareanwendung in Microsoft Excel vorgestellt, die speziell für die Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen entwickelt wurde. Dafür wird zunächst auf die gestellten Anforderungen an die Softwareanwendung eingegangen. In einem ausführlichen Kapitel wird beschrieben, wie die Anforderungen realisiert werden und welche Komplikationen bei der Programmierung auftreten. Zum Abschluss wird die entwickelte Software angewendet und unter verschiedenen Gesichtspunkten bewertet.

### **5.1 Anforderungen an die Softwareanwendung**

Die Softwareanwendung soll als Ziel einen Terminplan liefern, der alle relevanten Informationen enthält und übersichtlich darstellt. Der terminliche Ablauf soll sowohl in einem Ausdruck auf ein handliches Format, als auch in Großformat an der Pinnwand erkennbar sein. Der gesamte Terminplan muss einfach und ohne großen Aufwand zu erstellen sein.

Die Erzeugung eines Kalenders per Hand erfordert in Excel einen gewissen Formatierungsaufwand. Deshalb soll die Erstellung und Anpassung des Kalenders automatisiert ablaufen. In dem Kalender werden Terminabläufe von mehreren Positionen abgebildet. Für jede dieser Positionen muss der terminliche Ablauf individuell gestaltet werden können. Dabei soll die Erstellung eines Terminablaufs durch die Eingabe von wenigen Informationen möglich sein. Um eine gewisse Flexibilität gegenüber Änderungen innerhalb der Fertigungslinien zu gewährleisten ist es notwendig einzelne Positionen innerhalb des Terminplans ohne großen Aufwand hinzuzufügen oder zu entfernen.

Im Allgemeinen soll die Softwareanwendung einfach zu bedienen sein, sodass sie ohne umfangreiche Einarbeitung anwendbar ist. Unbeabsichtigte Eingriffe vom Anwender, die zur Funktionsbeeinträchtigung der Softwareanwendung führen können, sind zu verhindern.

## 5.2 Aufbau des Terminplans

Die Softwareanwendung wird in Microsoft Excel mit Visual Basic programmiert. Da die programmierten Makros direkt auf bestimmte Zellen in der Excel-Tabelle zugreifen ist es zunächst notwendig einen klar definierten Aufbau des Terminplans festzulegen. Durch eine strukturierte Einteilung der Tabelle wird eine gute Übersicht erzielt.

Abbildung 5.1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Terminplans. Er lässt sich grob in fünf Teilbereiche untergliedern:

- 1 Der erste Bereich ist als Kopf des Terminplans anzusehen. Hier stehen die grundlegenden Informationen, die für das gesamte Projekt gelten. Dies sind insbesondere der Name des Projektes und die Termine von Meilensteinen, die für das Gesamtprojekt gültig sind.
- 2 Unter dem Terminplankopf sind die einzelnen Positionen des Terminplans aufgelistet. Dies sind z.B. Fertigungslinien mit den zugehörigen Arbeitsfolgen. Sinnvollerweise werden hier die Nummer der Arbeitsfolge, die ausgewählten Lieferanten und die Bezeichnung der Position aufgeführt.
- 3 In Bereich 3 wird der Kalender dargestellt. Er enthält Angaben über das Jahr, den Monat und die Kalenderwoche der jeweiligen Spalte.
- 4 Der vierte Bereich enthält die wohl wichtigsten Informationen. Hier werden alle Termine zu den in Bereich 2 aufgelisteten Positionen dargestellt. Durch den in Bereich 3 eingeteilten Kalender lassen sich die aufgeführten Termine einem eindeutigen Zeitpunkt zuordnen.
- 5 Der untere Bereich kann als Legende verwendet werden, damit die generierten Vorgänge und Meilensteine eindeutig zugeordnet werden können.

Das Diagramm zeigt den Aufbau des Terminplans in Excel. Es besteht aus folgenden Elementen:

- Bereich 1 (Meilensteine):** Ein Bereich mit der Überschrift 'Meilensteine' und einer Tabelle mit den Spalten 'KW' und 'Jahr'. Die Zeilen sind mit den Zahlen 1, 2, 3 und 4 beschriftet.
- Bereich 2 (Projektname):** Ein Bereich mit der Überschrift 'Projektname'.
- Bereich 3 (Kalender):** Ein Bereich, der den Kalender für das Jahr 2011 darstellt. Er ist in Monate (Januar, Februar, März) unterteilt und zeigt die Kalenderwochen (1 bis 13).
- Bereich 4 (AF, Lieferanten, Bezeichnung):** Ein Bereich, der die einzelnen Positionen des Terminplans aufgelistet. Er hat die Spalten 'AF', 'Lieferanten' und 'Bezeichnung'.
- Bereich 5 (Legende):** Ein Bereich, der als Legende verwendet werden kann, um die generierten Vorgänge und Meilensteine eindeutig zugeordnet werden können.

**Abbildung 5.1:** Aufbau des Terminplans  
**Quelle:** eigene Darstellung

### 5.3 Entwicklung der Makros

Für die Realisierung der in Kapitel 5.1 gestellten Anforderungen sind verschiedene Makros notwendig. Jedes Makro ist für die Ausführung einer bestimmten Aufgabe zuständig. Makros werden durch Ereignisse ausgelöst. Ein gebräuchliches Ereignis ist das Klick-Ereignis. Dafür bieten sich Buttons an. Durch den Klick auf einen Button wird der dahinter befindliche Quellcode durchlaufen.<sup>48</sup>

Abbildung 5.2 zeigt den Terminplan mit den eingefügten Buttons.

<b>Neues Projekt</b>		<u>Mellensteine</u>																							
		KW Jahr																							
1			<b>Projektname</b>										Monat hinzufügen		Monat hinzufügen										
2			2011																						
3			Monat entfernen									Monat entfernen													
4		<b>Aktualisieren</b>											Januar			Februar			März						
AF	Lieferanten	Bezeichnung	Zellen hinzufügen / entfernen										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
													Januar			Februar			März						

**Abbildung 5.2: Buttons im Terminplan**  
**Quelle: eigene Darstellung**

Neben den erkennbaren Buttons ist ein weiteres Makro in dem Terminplan hinterlegt. Es wird durch ein Doppelklick-Ereignis auf eine bestimmte Zeile im Terminplan ausgelöst.

#### 5.3.1 Kalender

##### 5.3.1.1 Allgemeines

Um den Terminplan für ein neues Projekt zu erstellen ist es zunächst notwendig den terminlichen Zeitrahmen, indem das Projekt abläuft, im Kalender abzubilden. Da die Erstellung eines Kalenders in Excel von Hand sehr aufwendig ist, übernimmt ein Makro diese Aufgabe. Das bringt gleichzeitig den Vorteil einer gleichartigen Kalendardarstellung. Nur so ist der für die weitere Programmierung notwendige einheitliche Zugriff auf die Kalenderdaten möglich. Um den Kalender für ein neues Projekt zu erstellen muss zunächst auf den Button „Neues Projekt“ geklickt werden. Daraufhin öffnet sich das in Abbildung 5.3 dargestellte Eingabefenster. Darin kann der Name sowie der zeitliche Rahmen des neuen Projektes eingegeben werden. Um eine schnelle und bequeme Eingabe zu ermöglichen wird den Dropdown-Listen beim Öffnen des Fensters eine Vorauswahl hinzugefügt. Für die Eingabe

<sup>48</sup> Vgl. Radel (2003), S.57 f.

des Monats werden alle zwölf Monate von Januar bis Dezember bereitgestellt. Bei den Jahren werden beginnend vom aktuellen Jahr, sechs weitere Jahre aufgeführt.



**Abbildung 5.3:** Eingabefenster zur Erstellung eines neuen Projektes  
**Quelle:** eigene Darstellung

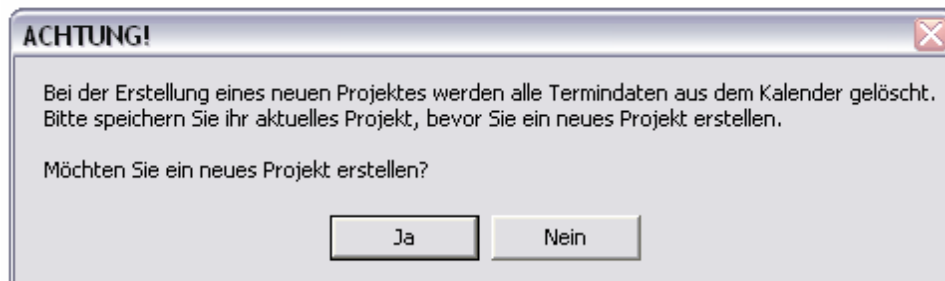
Bei einer unrealistischen Zeitangabe (Enddatum liegt vor Startdatum) erscheint die in Abbildung 5.4 gezeigte Fehlermeldung und das Programm wird beendet.



**Abbildung 5.4:** Fehlermeldung „Enddatum vor Startdatum“  
**Quelle:** eigene Darstellung

Bei der Ausführung des Makros „Neues Projekt“ werden alle terminlichen Daten des aktuellen Projektes gelöscht. Daher sollte das aktuelle Projekt vorher gespeichert werden. Die Ansprache der Positionen im Terminplan bleibt für das neue Projekt bestehen, da diese sich bei Motorenfertigungen im Allgemeinen nicht wesentlich unterscheiden. Die Anpassung der geänderten Positionen bereitet weniger Aufwand, als die neue Eingabe aller Positionen.

Um ein unbeabsichtigtes Löschen aller Termindaten zu verhindern erscheint vor der endgültigen Ausführung des Makros die Warnmeldung aus Abbildung 5.5. Dabei wird abgefragt, ob das Makro tatsächlich ausgeführt werden soll. Dies ist sinnvoll, da die Ausführung eines Makros in Excel nicht ohne weiteres rückgängig gemacht werden kann.



**Abbildung 5.5:** Warnmeldung vor dem Löschen der Daten  
**Quelle:** eigene Darstellung

Um eine spätere Anpassung des Kalenders zu ermöglichen sind weitere Buttons am oberen Rand des Kalenders positioniert. Die Buttons „Monat hinzufügen“ und „Monat entfernen“ fügen nach einem Klick ohne weitere Abfrage einen Monat am Anfang oder am Ende des Kalenders zu oder löschen den entsprechenden Monat aus dem Kalender. Diese Anpassung ist notwendig, da sich Projekttermine während der Projektdurchführung verschieben und somit aus dem ursprünglich generierten Kalender herausragen könnten.

Bei der Programmierung des Kalenders treten verschiedene Komplikationen auf. Sie werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

### 5.3.1.2 Kalenderwoche

Der Kalender ist in Jahre, Monate und Kalenderwochen aufgeteilt. Die Kalenderwoche stellt dabei das kleinste Element (eine Spalte in Excel) dar, sodass jeder Arbeitsfolge pro Kalenderwoche ein Vorgang bzw. ein Meilenstein zugeordnet werden kann. Die Erstellung des Kalenders erfolgt für jeden Monat gesondert. Der gesamte Kalender besteht demnach aus hintereinander gereihten Monaten. Ein Problem entsteht bei der Einteilung der Kalenderwochen auf die Monate. Ein vollständiges Jahr enthält i.d.R. 52 Wochen. Daher sind einigen Monaten vier und manchen Monaten fünf Kalenderwochen zuzuordnen. Nun ist es möglich den Monaten für jedes Jahr die gleichen Kalenderwochen zuzuteilen. Um 52 Wochen zu erreichen müssten vier Monate z.B. März, Juni, September und Dezember fünf Kalenderwochen enthalten. Eine solche gleichbleibende Verteilung der Kalenderwochen auf die Monate existiert nach der offiziell geltenden DIN ISO 8601 jedoch nicht. Danach ist die erste Kalenderwoche eines Jahres diejenige, die den ersten Donnerstag des Jahres enthält. Die

letzte Kalenderwoche liegt unmittelbar vor der ersten Kalenderwoche des nächsten Jahres.<sup>49</sup> Durch diese Festlegung können die ersten Tage eines Jahres noch zur Kalenderwoche des Vorjahres gehören. Anderenfalls können die letzten Tage eines Jahres bereits zur ersten Kalenderwoche des Folgejahres gehören. Ausgehend von der ersten Woche werden die folgenden Kalenderwochen des Jahres bestimmt. Dadurch ergibt sich für jedes Jahr eine andere Aufteilung der Kalenderwochen auf die Monate. Weiterhin kommt es vor, dass ein Jahr 53 Kalenderwochen enthält. Dies tritt immer dann auf, wenn das Jahr mit einem Donnerstag beginnt oder endet.

Für die Realisierung dieser Bedingungen im Kalender muss beim Hinzufügen bzw. Entfernen eines Monats zunächst ermittelt werden, um welchen Monat in welchem Jahr es sich handelt. Bei der Erstellung eines neuen Projektes geschieht dies durch die Eingabe des Anfangsmonats vom Anwender. Die Folgemonate werden durch einfache Addition ermittelt. Ist der Dezember erreicht, wird das Jahr um eins erhöht und der Monat auf Januar gestellt. Bei Erreichen des eingegebenen Enddatums wird der Vorgang beendet. Bei dem Hinzufügen und Entfernen einzelner Monate wird zur Bestimmung des ersten bzw. letzten Monats direkt auf die Zellen im Kalender zugegriffen und die jeweiligen Daten ausgelesen.

Ist bekannt welcher Monat hinzugefügt werden soll, müssen die zugehörigen Kalenderwochen bestimmt werden. Beginnt ein Monat nicht mit Montag, so verläuft die Kalenderwoche monatsübergreifend. Daher muss zunächst festgelegt werden, wann eine Kalenderwoche einem Monat zugehörig ist. Für eine fünftägige Arbeitswoche bietet sich der Mittwoch als Stichtag an. So wird die Kalenderwoche immer dem Monat zugeordnet, in dem die meisten Arbeitstage liegen. Beginnt ein Monat mit Mittwoch liegen drei der fünf Arbeitstage in diesem Monat. Daher ist es sinnvoll die Kalenderwoche diesem Monat zuzuordnen. Für die Programmierung bedeutet dies, dass alle Tage des jeweiligen Monats durchlaufen werden müssen. Immer wenn dabei ein Mittwoch auftritt wird die entsprechende Kalenderwoche ermittelt und dem Monat zugeteilt. Damit der erzeugte Rahmen des Monats die richtige Anzahl an Spalten umschließt, wird die Anzahl der zugehörigen Kalenderwochen zwischengespeichert.

---

<sup>49</sup> Vgl. DIN ISO 8601 (2006).

### **5.3.1.3 Variable Zeilenanzahl**

Eine weitere Schwierigkeit bei der Programmierung des Kalenders ergibt sich durch die Forderung einer variablen Anpassung der aufgeführten Positionen. Dadurch kann sich die Anzahl der Zeilen im Kalender ändern. Würde dies nicht berücksichtigt werden, verschiebt sich beim Hinzufügen eines Monats der Rahmen des Kalenders gegenüber dem Rahmen der aufgelisteten Positionen. Aus diesem Grund muss zu jeder Zeit bekannt sein wie viele Zeilen im Kalender existieren. In der Praxis geschieht dies durch eine Excel-Funktion, die die Anzahl der Zeilen in dem Bereich 2 des Terminplans zählt. Die so ermittelte Anzahl der Zeilen im Kalender wird in eine Zelle eines gesonderten Tabellenblatts „Makrospeicher“ geschrieben. Bei einer Änderung der Zeilenanzahl in dem entsprechenden Bereich passt sich der Wert der Zelle sofort an. Dadurch kann bei der Programmierung ständig auf die sich aktuell befindliche Anzahl an Zeilen im Kalender zugegriffen werden. Die Zeilenanzahl von neu hinzugefügten Monaten lässt sich damit variabel und immer passend gestalten.

### **5.3.1.4 Positionierung der Buttons**

Die optimale Position der Buttons zum Hinzufügen bzw. Entfernen eines Monats ist in der jeweiligen oberen Ecke des Kalenders (siehe Abbildung 5.2). So wird vom Anwender auf Anhieb verstanden, dass die Betätigung der Buttons das Einfügen bzw. Löschen eines Monats auf der entsprechenden Seite des Kalenders bewirkt. Bei Anpassungen, die am Kalender vorgenommen werden, verändert sich die Anzahl der Spalten im Kalender. Dadurch verschiebt sich die relative Position der Buttons am Ende des Kalenders zum tatsächlichen Ende des Kalenders. Aus diesem Grund müssen die Buttons nach jeder Änderung, die am Kalender vorgenommen wird, neu positioniert werden. Dafür wird zunächst geprüft in welcher Spalte der Kalender endet. Im Anschluss werden die Buttons an dieser Spalte ausgerichtet.



## 5.3.2 Erstellen von Terminabläufen

### 5.3.2.1 Allgemeines

Terminliche Abläufe sind die Hauptinformation, die ein Terminplan darstellen soll. Daher ist die Erstellung von Terminabläufen die wichtigste Aufgabe der Softwareanwendung. Bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen ist die grundsätzliche Abwicklung für jede Maschine bzw. Arbeitsfolge identisch.<sup>50</sup> Die zeitliche Anordnung der Termine unterscheiden sich jedoch meist. Deshalb muss der Terminablauf für jede im Terminplan enthaltene Position individuell zu gestalten sein.

Häufig sind die Rahmendaten eines Terminablaufs wie z.B. Zeitpunkt der Angebotsanfrage und die Dauer der Anfertigung bekannt oder werden bei der Projektplanung festgelegt. Die grafische Darstellung eines Terminbalkens gestaltet sich jedoch umständlich und zeitintensiv. Aus diesem Grund ist es wünschenswert durch die Eingabe der bekannten Rahmendaten eine Ausgabe in Form eines Terminbalkens zu erhalten. Um diese Forderung zu verwirklichen müssen die benötigten Daten abgefragt werden.

In dem Terminplan öffnet sich ein derartiges Abfragefenster durch einen Doppelklick auf eine Zeile. Der Terminbalken generiert sich später in der Zeile, in der das Doppelklick-Ereignis ausgelöst wurde. Da Termine ausschließlich im Bereich 4 des Terminplans dargestellt werden, führt ein Doppelklick nur in dessen zugehörigen Zeilen zu einem Aufruf des Abfragefensters. Damit ein geöffnetes Abfragefenster eindeutig zugeordnet werden kann, werden die Nummer der betroffenen Arbeitsfolge und die Bezeichnung der Arbeitsfolge in den Kopf des Fensters eingetragen. Abbildung 5.6 zeigt das ausgefüllte Abfragefenster der Arbeitsfolge 10 „Vorschleifen“.

Das Fenster ist folgendermaßen aufgebaut:

Im oberen Bereich werden konkrete Werte abgefragt. Dies sind im Einzelnen der Termin für die Angebotsanfrage, der Termin für die Übergabe der Betriebsmittelanforderung an den Einkauf, die Lieferzeit des Lieferanten, die Dauer des Aufbaus und der Termin der betriebsfertigen Übergabe. Zusätzlich können Eingaben über die Art des Versands und die Art des Beschaffungsablaufs gemacht werden.<sup>51</sup> Unter „Erweitert“ lassen sich weitere Eigenschaften, die zunächst mit einem Standardwert belegt sind, anpassen. Im unteren Bereich des Fensters befinden sich Buttons mit denen verschiedene Aktionen ausgeführt werden können.

---

<sup>50</sup> Vgl. Kapitel 3.2.

<sup>51</sup> Vgl. Kapitel 5.3.2.4.; Kapitel 5.3.2.5.

**Abbildung 5.6:** Abfragefenster der Arbeitsfolge 10 „Vorschleifen“  
**Quelle:** eigene Darstellung

Der OK-Button bewirkt die Darstellung des terminlichen Ablaufs im Kalender und schließt das Abfragefenster. Der Abbrechen-Button schließt das Abfragefenster ohne den terminlichen Ablauf darzustellen. Durch einen Klick auf „Übernehmen“, wird der terminliche Ablauf erstellt und das Abfragefenster bleibt geöffnet. Dies ermöglicht eine Voranschauung des Terminbalkens um eventuelle Änderungen direkt eingeben zu können. So muss das Abfragefenster dazu nicht jedes Mal erneut geöffnet werden. Bei einem Klick auf „Abbrechen“, nachdem der Balken durch „Übernehmen“ generiert wurde, bleibt der übernommene Balken bestehen. Es wird nicht der ursprünglich vorhandene Zustand wiederhergestellt.

### 5.3.2.2 Generierung des Terminbalkens

Durch einen Klick auf den OK-Button, wird der Terminbalken automatisch erzeugt. Dafür werden zunächst alle Inhalte der betroffenen Zeile im Kalender gelöscht. Das ist notwendig um bei der Anpassung eines bereits existierenden Terminbalkens die alte Darstellung aus dem Kalender zu entfernen. Im nächsten Schritt müssen die neuen Termine in den Kalender eingetragen werden. Die Ausgangsbasis dafür ist ein durch Kalenderwoche und Jahr angegebener Zeitpunkt. Dieser wird durch direkten Zugriff auf die Zellen im Kalender gesucht. Dazu wird die erste Zelle, in der ein Jahr des Kalenders steht, aktiviert und der enthaltene Wert mit der im Abfragefenster eingegebenen Jahreszahl verglichen. Stimmen die Werte nicht überein wird die nächste Zelle aktiviert und erneut verglichen usw. Verläuft der Vergleich positiv verschiebt sich die Aktivierung auf Höhe der Kalenderwoche. Hier läuft der gleiche Prozess mit der eingegebenen Kalenderwoche ab. Wurde die Kalenderwoche gefunden ist gleichzeitig die Spalte bekannt, in der der Termin eingetragen werden muss. Die richtige Zeile ist bereits durch die Zwischenspeicherung der Zeilennummer, in der das Doppelklick-Ereignis ausgelöst wurde, bekannt. Auf diesem Weg können die eingegebenen Termine in die richtigen Zellen der Excel-Tabelle eingetragen werden. Vorgänge, die mehrere Wochen dauern, entstehen durch das Versetzen der Aktivierung um einen festgelegten oder eingegebenen Betrag. Darunter fällt z.B. die Dauer des Aufbaus. Die Formatierung der Zellen ist durch die Programmierung festgelegt.

Der gesamte Terminbalken wird in drei Schritten generiert:

**1. Schritt:** Bei der Generierung des Terminbalkens wird zuerst der Ablauf von der BM bis zur MFU erstellt. In diesem Bereich wird der Terminbalken durch definierte Zeitintervalle von Vorgängen bzw. zwischen Vorgängen oder Meilensteinen beschrieben. Daher ist es möglich über den eingegebenen BM-Termin und der berechneten Gesamtdauer bis zur MFU, den Termin der MFU zu ermitteln. Umgekehrt wäre es möglich durch einen bekannten MFU Termin den Termin der BM zu errechnen. Dadurch ergeben sich zwei Möglichkeiten der Termineingabe. Bei der Eingabe der BM werden alle folgenden Termine vorwärts terminiert. Wird der Terminverlauf durch die MFU festgelegt handelt es sich um eine Rückwärtsterminierung, da alle vorher ablaufenden Termine durch einen später anstehenden Termin festgelegt werden.

Das Abfragefenster enthält für die Rückwärtsterminierung eine gesonderte Registerkarte. Bei dem Aufruf dieser Registerkarte wird die Abfrage für die BM inaktiv und die Abfrage der MFU aktiv. So kann anstatt der BM, die MFU eingegeben werden. Abbildung 5.7 zeigt das Abfragefenster mit aktivierter Registerkarte „Rückwärtsterminierung“.

The image shows a software dialog box titled "AF 10 Vorschleifen". It has two tabs: "Vorwärtsterminierung" and "Rückwärtsterminierung", with the latter being active. The dialog contains several input fields and controls:

- Anfrage:** 6, **Jahr:** 2011
- BM:** 17, **Jahr:** 2011
- Lieferzeit:** 40 [Wochen]
- Aufbau:** 4 [Wochen]
- MFU:** 29, **Jahr:** 2012
- BÜ Vertrag:** 47, **Jahr:** 2012
- Versand:** Radio buttons for **FOB** (selected), **FCA**, and **Lokal**.
- Erweitert:** A button.
- Bidding:** Radio buttons for **Ja** and **Nein** (selected).
- Ausschreibung > 5 Mio. \$:**
- weniger als 3 Angebote:**
- Buttons:** **Übernehmen**, **Abbrechen**, and **OK**.

**Abbildung 5.7:** Abfragefenster mit aktivierter Registerkarte „Rückwärtsterminierung“  
**Quelle:** eigene Darstellung

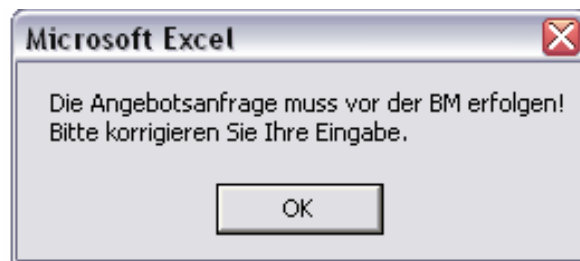
Eine Rückwärtsterminierung ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Termine der MFU ausschlaggebend sind. In dem Projektablauf müssen alle MFU Termine vor der PVS liegen. Zusätzlich müssen die Maschinenfähigkeiten für jede Arbeitsfolge einer Fertigungslinie zeitlich versetzt nachgewiesen werden, da die bearbeiteten Teile einer Arbeitsfolge für die MFU der folgenden Arbeitsfolge verwendet werden.<sup>52</sup> Deshalb ergibt sich häufig ein geforderter Termin für die MFU. Bei einer Vorwärtsterminierung könnte der exakte Termin nur durch eine Voranzeige des Terminbalkens und eine eventuelle Terminanpassung erreicht

<sup>52</sup> Vgl. Kapitel 5.4.2.

werden. Durch die Rückwärtsterminierung ist eine direkte Fixierung der MFU auf einen bestimmten Termin möglich.

**2. Schritt:** Die Erstellung der Termine Angebotsanfrage und Angebotsbearbeitung erfolgt erst nachdem der BM-Termin im Kalender eingetragen wurde. Das liegt daran, dass die Angebotsanfrage und die BM fixe Termine sind und der Vorgang Angebotsbearbeitung zwischen den beiden Terminen liegt. Die Vorgangsdauer ist nicht direkt bekannt. Die Zellen für den Vorgang Angebotsbearbeitung werden ab der Angebotsanfrage entsprechend formatiert bis in einer Zelle die bereits eingetragene BM steht.

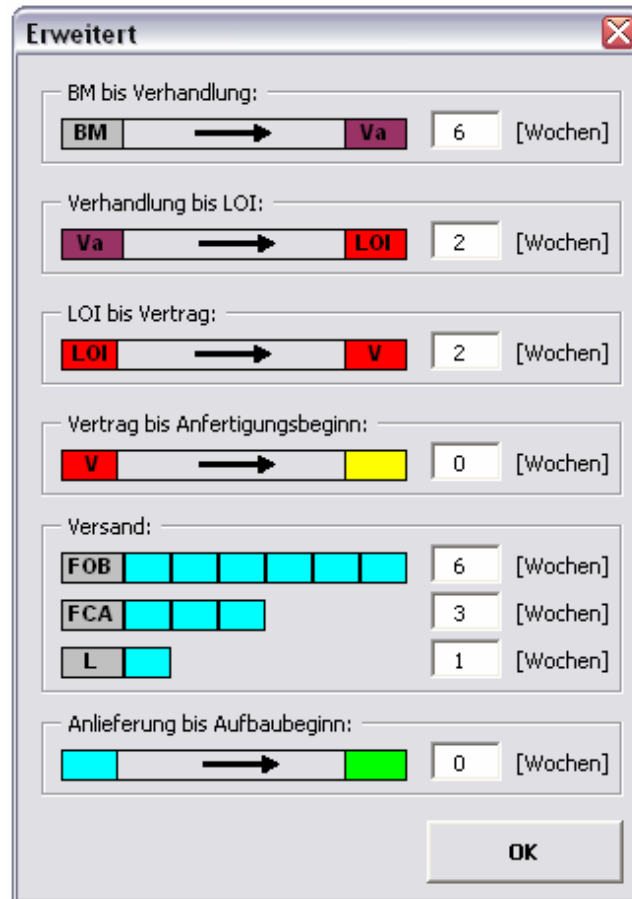
Wird die Angebotsanfrage auf einen Zeitpunkt nach der BM gesetzt erscheint die in Abbildung 5.8 dargestellte Fehlermeldung.



**Abbildung 5.8:** Fehlermeldung bei einem unzulässigen Termin der Angebotsanfrage  
**Quelle:** eigene Darstellung

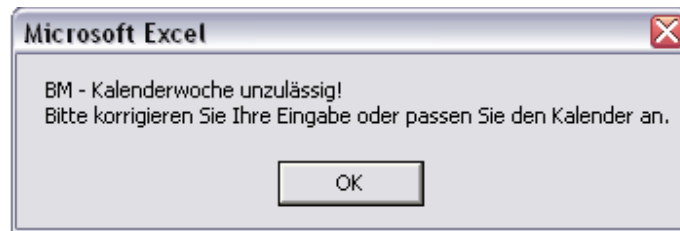
**3. Schritt:** Die BÜ kann wahlweise in den Terminablauf integriert werden. Die Erzeugung des BÜ-Termins geschieht separat von den anderen Terminen.

Damit der Terminbalken flexibel gestaltbar ist und auch einzelne Termine variabel platziert werden können lassen sich über den Button „Erweitert“ bestimmte Randbedingungen für den terminlichen Ablauf verstellen. So kann z.B. zwischen Vertrag und Anfertigungsbeginn eine Pufferzeit hinzugefügt werden. Weitere Einzelzeiten wie die Dauer des Transports oder die Zeit zwischen LOI und Vertrag sind ebenfalls Einstellbar. Bei dem ersten Aufruf der erweiterten Einstellungen sind bereits Standardwerte hinterlegt, die bei einem gewöhnlichen Terminablauf gelten. Dadurch wird vermieden, dass der Anwender bei jeder Erzeugung eines Terminbalkens erneut alle „Standardeingaben“ tätigen muss. Für eine bessere Übersicht werden die betroffenen Vorgänge bzw. Meilensteine in dem „Erweitert“ Fenster grafisch dargestellt. Dies ist in Abbildung 5.9 zu sehen.



**Abbildung 5.9:** Erweiterte Einstellungen  
**Quelle:** eigene Darstellung

Bei der Erzeugung des Terminbalkens können verschiedene Fehler auftreten. Durch Fehlermeldungen soll dem Anwender geholfen werden den Fehler zu identifizieren und eine mögliche Lösung des Problems zu finden. Für die Erzeugung eines Terminbalkens ist es erforderlich, dass bestimmte Daten (BM- bzw. MFU-Termin, Lieferzeit und Aufbau) vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall wird der Anwender darauf hingewiesen, dass seine Eingabe unvollständig ist und die Eingabe korrigiert werden muss. Ein weiterer Fehler könnte auftreten, wenn ein eingegebener Termin außerhalb des vom Kalender abgedeckten Bereichs liegt. In diesem Fall führt die Suche des Termins im Kalender zu keinem Ergebnis. Der Anwender bekommt die in Abbildung 5.10 dargestellte Fehlermeldung zu sehen. Die Fehlermeldung zeigt genau welcher eingetragene Wert unzulässig ist und fordert den Anwender auf seine Eingabe zu korrigieren oder den Kalender anzupassen.



**Abbildung 5.10:** Fehlermeldung bei einer unzulässigen Zeitangabe  
**Quelle:** eigene Darstellung

### 5.3.2.3 Makrospeicher

Nachdem ein Terminbalken erstellt wurde und das dabei ablaufende Programm beendet ist gehen die in das Abfragefenster eingegebenen Daten verloren. Dies hat zunächst keine negativen Auswirkungen, da die grafische Darstellung des Terminablaufs nun existiert. Bei einer erneuten Anpassung der Termine würde das Abfragefenster jedoch ohne Daten, wie beim ersten Aufruf, erscheinen. Möchte der Anwender lediglich einen Termin ändern, so müsste er alle Daten des Terminablaufs erneut eingeben. Dabei ist schwer abschätzbar, welche Eingaben für die Erstellung des aufgeführten Balkens erforderlich sind. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, wenn die Daten des bereits existierenden Terminbalkens beim Öffnen des Abfragefensters in den entsprechenden Eingabefeldern enthalten sind. So ist die Anpassung eines Termins im Terminbalken durch die Änderung eines einzigen Wertes im Abfragefenster möglich.

Um dies zu erreichen ist es notwendig die eingegebenen Daten zu speichern. In Excel bietet sich dafür ein separates Tabellenblatt an. In der Softwareanwendung heißt dieses Tabellenblatt „Makrospeicher“ und wird folgendermaßen eingesetzt: Bei der Ausführung des Makros werden alle eingegebenen Daten aus dem Abfragefenster in dem Tabellenblatt „Makrospeicher“ gespeichert. Dort stehen sie für den Zugriff bereit und sind auch nach erneutem Öffnen der Arbeitsmappe vorhanden. Bei dem Aufruf des Abfragefensters werden alle für die Position geltenden Werte aus dem Makrospeicher gelesen und in die entsprechenden Felder des Abfragefensters geschrieben. Dadurch kann jederzeit auf die einem Terminbalken hinterlegten Daten zurückgegriffen und eventuelle Anpassungen getätigt werden.

In Abbildung 5.11 ist ein Screenshot abgebildet, der einen Ausschnitt aus dem Makrospeicher zeigt. Die im oberen Teil befindliche Anzahl an Zeilen im Kalender ist für die Erstellung und Anpassung des Kalenders notwendig. Die Unterscheidung zwischen Zeilen der mechanischen Fertigung und Zeilen der Montage ist für die in Kapitel 5.3.3 beschriebene Erzeugung von Meilensteinen relevant. Im unteren Teil sind die Werte aufgeführt, die über das Abfragefenster bei der Erstellung eines Terminbalkens eingegeben wurden. Die Daten eines

Terminbalkens stehen im Makrospeicher in der gleichen Zeile, in der der Terminbalken im Kalender erzeugt wurde.

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8	BMKW	BMJ	Lieferzeit	Aufbau	MFUKW	MFUJ	BüKW	BüJ	FOB	FCA	Lokal	BddJ	BddN	ProjK	Angebote	
9																
10																
11																
12	15	2011	40	4	29	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
13	15	2011	40	5	30	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
14	15	2011	40	6	31	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
15	17	2011	40	4	31	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
16	18	2011	40	4	32	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
17	18	2011	40	4	32	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
18	18	2011	40	4	32	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
19	15	2011	40	6	32	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
20	15	2011	40	6	33	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
21	18	2011	40	6	34	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
22	17	2011	40	4	35	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
23	18	2011	40	4	35	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
24	18	2011	40	4	35	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	WAHR	FALSCH	
25																
26	36	2011	26	3	33	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	
27	36	2011	20	3	25	2012	47	2012	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	
28																

**Abbildung 5.11:** Screenshot vom Makrospeicher  
**Quelle:** eigene Darstellung

### 5.3.2.4 Bidding

Wie bereits in Kapitel 3.5.4 erwähnt, existieren in einigen Regionen besondere Beschaffungsrichtlinien. Der Bidding-Prozess wird speziell bei Beschaffungsvorgängen für China durchlaufen. Dabei handelt es sich um ein gesetzlich festgeschriebenes Verfahren, bei dem ein Beschaffungsvorhaben unter bestimmten Voraussetzungen offiziell ausgeschrieben werden muss. Dadurch soll ein gerechter Wettbewerb zwischen allen Anbietern sichergestellt werden.

Der grobe Ablauf ist dabei folgender:

Zunächst müssen die Ausschreibungsdokumente vom Ausschreibenden oder einer beauftragten Agentur erstellt werden. Im Anschluss werden die Dokumente auf einer Internetplattform (z.B. [www.chinabidding.com](http://www.chinabidding.com)) veröffentlicht. Dort sind sie für alle potenziellen Bieter ersichtlich. Das Beschaffungsvorhaben muss für mindestens 20 Tage im Internet ausgeschrieben sein. Bei größeren Beträgen (über 5 Mio. \$), muss die Ausschreibung für mindestens 50 Tage im Internet stehen. Während dieser Zeit können interessierte Bieter das konkrete Lastenheft der Ausschreibung anfordern und eine Bewerbung incl. Angebot an den



Ausschreibenden schicken. Nach Ablauf der Ausschreibungszeit müssen mindestens drei Bewerber vorhanden sein. Ist dies nicht der Fall, wird die Ausschreibung um sieben Tage verlängert. Wenn nach der Verlängerung weiterhin keine drei Angebote vorliegen können entweder Sondergenehmigungen beantragt werden oder die Ausschreibung muss wiederholt werden.

Während der Ausschreibungszeit dürfen die eingegangenen Bewerbungen nicht vom Ausschreibenden eingesehen werden. Ferner dürfen in dieser Zeit keine Verhandlungen zwischen dem Ausschreibenden und den Anbietern stattfinden. Nach Ablauf der Frist werden alle eingegangenen Bewerbungen geöffnet und durch ein Bewertungskomitee beurteilt. Dieser Vorgang dauert i.d.R. vier bis acht Tage. Steht der Bewerber fest, an den der Auftrag vergeben wird, muss der Ausschreibende dem Bewerber in einer schriftlichen Mitteilung den Zuschlag bestätigen. Zeitgleich müssen die Bewertungsergebnisse für sieben Tage allen anderen Bewerbern im Internet zugänglich gemacht werden. Nach der Zustellung der schriftlichen Vergabebestätigung an den Bewerber, muss innerhalb von 30 Tagen ein Vertrag entsprechend der Ausschreibungs- und der Bewerbungsdokumente von beiden Seiten unterschrieben werden.<sup>53</sup>

### **Auswirkungen auf den Terminplan:**

In dem Terminplan sollten die wesentlichen Termine des Bidding-Prozesses dargestellt werden, da er Auswirkungen auf die Gesamtdauer des Beschaffungsprozesses hat. Dafür muss bei der Erzeugung des Terminbalkens eine Abfrage vorhanden sein, in der vom Anwender festgelegt wird ob der Bidding-Prozess durchlaufen werden muss und welche Randbedingungen gelten. In dem Abfragefenster befindet sich die in Abbildung 5.12 dargestellte Abfrage im unteren Bereich.



The image shows a dialog box titled "Bidding". It contains three rows of controls:

- Bidding:** Two radio buttons, "Ja" (selected) and "Nein".
- Ausschreibung > 5 Mio. \$:** A checked checkbox.
- weniger als 3 Angebote:** An unchecked checkbox.

**Abbildung 5.12:** Bidding Abfrage  
**Quelle:** eigene Darstellung

Wird Bidding: Ja ausgewählt, werden weitere Eingabemöglichkeiten aktiviert. Es wird abgefragt ob das Beschaffungsvorhaben einen Wert von 5 Mio. \$ übersteigt. Außerdem kann angegeben werden, dass bei Ausschreibungsende weniger als drei Angebote vorliegen.

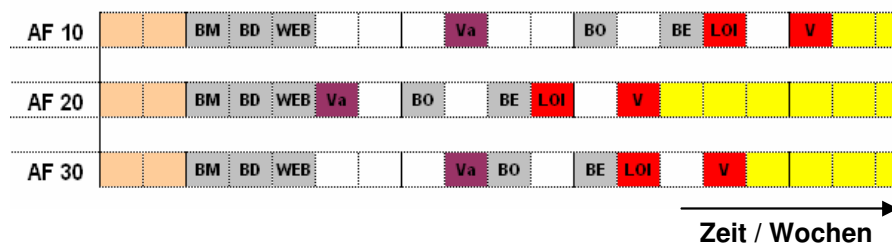
---

<sup>53</sup> Vgl. Ausschreibungsgesetz der VR China (2000).

Beide Ereignisse haben Auswirkungen auf die Mindestdauer der Ausschreibung. Abbildung 5.13 zeigt die Darstellung des Bidding-Prozesses im Terminplan.

Die Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

- BD: Biddingdokumentation fertig
- WEB: Ausschreibung auf Website
- BO: Bidding Open
- BE: Biddingergebnis auf Website



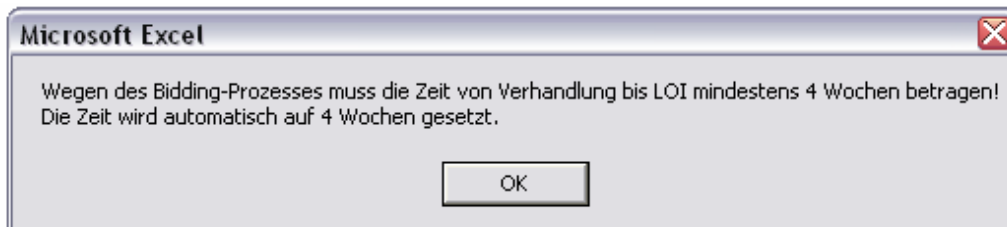
**Abbildung 5.13: Bidding Ablauf im Terminplan**  
**Quelle: eigene Darstellung**

Arbeitsfolge (AF) 10 zeigt den Bidding Ablauf bei einem Ausschreibungswert über 5 Mio. \$. Die Zeit vom Start der Ausschreibung bis Bidding Open beträgt sieben Wochen. Bei der Arbeitsfolge 20 liegt der Ausschreibungswert unter 5 Mio. \$. Die Zeit vom Start der Ausschreibung bis Bidding Open beträgt hier nur 3 Wochen.

Unabhängig vom Bidding Ablauf werden vom Auftraggeber Verhandlungen mit den Lieferanten geführt. Die Verhandlungen müssen vor dem Bidding Open abgeschlossen sein, da hier das letzte Angebot des Lieferanten feststehen muss. Sind die Verhandlungen bei dem regulären Bidding Open Termin noch nicht abgeschlossen, verschiebt sich das Bidding Open nach hinten. Dieser Fall ist bei Arbeitsfolge 30 gezeigt. Der Ausschreibungswert liegt unter 5 Mio \$. Daher wäre das Bidding Open drei Wochen nach Start der Ausschreibung. Da die Verhandlungen des Auftraggebers zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht abgeschlossen sind, verschiebt sich das Bidding Open und damit der gesamte Terminablauf nach hinten.

### **Zeitkonflikt durch Bidding-Prozess:**

In dem Abfragefenster wird unter Erweitert die Zeit zwischen BM und Va sowie zwischen Va und LOI bestimmt. Durch einen festgelegten Bidding-Prozess ist zwischen diesen Terminen eine Mindestzeit erforderlich, da der LOI erst nach dem Biddingergebnis ausgestellt werden kann. Wird vom Anwender zwischen BM und LOI eine kürzere Zeit als der Bidding-Prozess erfordert eingegeben, so erscheint die in Abbildung 5.14 dargestellte Hinweismeldung. Die Zeit zwischen Va und LOI wird dabei automatisch angepasst, sodass der Terminbalken dennoch richtig erstellt wird. Als Beispiel kann die Arbeitsfolge 30 in Abbildung 5.13 betrachtet werden. Bei der Eingabe eines Zeitraumes von zwei Wochen zwischen Va und LOI würde der LOI vor dem Biddingergebnis liegen. Da dies nicht möglich ist wird der Anwender durch eine Meldung darauf hingewiesen und die Zeit automatisch auf vier Wochen gesetzt.



**Abbildung 5.14:** Hinweismeldung bei einem Zeitkonflikt durch den Bidding-Prozess  
**Quelle:** eigene Darstellung

In dem ablaufenden Makro wird dies durch eine Prüfung der eingegebenen Bidding Daten und der daraus resultierenden Mindestzeit zwischen BM und LOI ermöglicht. Zusätzlich erfolgt eine Berechnung des zwischen Va und LOI erforderlichen Zeitabstands. Falls erforderlich wird der Wert abgeändert, sodass der Gesamtablauf korrekt dargestellt wird.

### 5.3.2.5 Incoterms

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Versandabwicklung. Maschinen können zum einen mit unterschiedlichen Transportmitteln zum Einsatzort gelangen. Je nach Entfernung und Art des Transportmittels variiert dabei die Transportdauer. Zum anderen gibt es verschiedene Handelsbedingungen, die von der Internationalen Handelskammer herausgegeben und regelmäßig an aktuelle Entwicklungen angepasst werden. Darin wird festgelegt wer die Transportkosten übernimmt und wer im Fall einer Beschädigung oder bei Verlust der Ware das finanzielle Risiko trägt.<sup>54</sup> Die Übergabe der Ware und damit des Risikos vom Verkäufer an den Käufer ist dabei das entscheidende Kriterium. Bei dem internationalen Versand von Maschinen und Anlagen werden meist folgende Incoterms angewendet:

- Free On Board (FOB): Der Verkäufer liefert die Ware an Bord eines benannten Schiffes. Die Kosten und das Risiko übergehen an den Käufer, sobald sich die Ware an Bord des Schiffes befindet.<sup>55</sup>
- Free Carrier (FCA): Der Lieferant liefert die Ware einem Frachtführer an einen festgelegten Ort. Bei Ankunft der Ware beim Frachtführer erfolgt die Kosten- und Risikoübergabe an den Käufer.<sup>56</sup>

In der Softwareanwendung kann im Abfragefenster die Art des Versandes angegeben werden (siehe Abbildung 5.6). Unter „Erweitert“ lassen sich die jeweiligen Zeiten anpassen (siehe Abbildung 5.9). Als Standardwert sind für FOB sechs Wochen und für FCA drei Wochen festgelegt. Diese Abstufung wird gemacht, da der Schifftransport meist über FOB und Luftfracht meist über FCA abgewickelt wird. Zusätzlich kann ein lokaler Lieferant ausgewählt werden. In diesem Fall ist die Transportdauer üblicherweise kürzer. Als Standardwert für einen lokalen Lieferanten ist eine Woche festgelegt.

---

<sup>54</sup> Internationale Handelskammer (2010a).

<sup>55</sup> Ebenda (2010b).

<sup>56</sup> Ebenda (2010c).

### 5.3.3 Aktualisieren des Terminplans

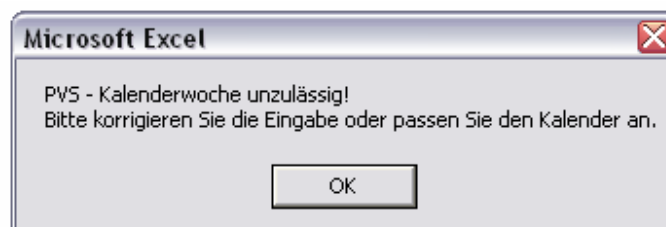
Damit in dem Terminplan sofort erkannt wird in welcher Phase sich das Projekt zurzeit befindet, ist es hilfreich das aktuelle Datum deutlich darzustellen. Meilensteine, die von der gesamten Produktion durchlaufen werden, sollten ebenfalls deutlich kenntlich gemacht werden. Diese Meilensteine sind die ausschlaggebenden Termine des gesamten Projekts, die es unbedingt einzuhalten gilt.

In der Softwareanwendung werden diese wichtigen Termine mit Hilfe sogenannter Shapes dargestellt. Dabei handelt es sich um grafische Objekte, die nicht in den Zellen der Excel-Tabelle stehen, sondern auf einer separaten Zeichenebene liegen. Shapes können dadurch auf den Kalender positioniert werden, wodurch die Termine optisch hervorgehoben erscheinen.

Das Makro zum aktualisieren des Terminplans funktioniert folgendermaßen:

Nach einem Klick auf „Aktualisieren“ wird zuerst der Stand des Terminplans auf das aktuelle Datum gesetzt. Dafür wird auf den rechnerinternen Kalender zurückgegriffen. Im Anschluss daran wird geprüft, ob sich bereits früher generierte Shapes in dem Terminplan befinden. Ist dies der Fall, werden sie gelöscht. So ist sichergestellt, dass nur die aktuell gültigen Termine aufgezeigt werden. Für die neue Positionierung der Shapes muss zunächst bekannt sein in welcher Kalenderwoche die Termine liegen. Die Kalenderwoche des aktuellen Datums wird mit einer Funktion ermittelt. Bei den Meilensteinen wird direkt auf die entsprechenden Zellen im Terminplankopf zugegriffen und die erforderlichen Daten ausgelesen. Sind die Kalenderwoche und das Jahr bekannt, wird der Termin wie in Kapitel 5.3.2.2 beschrieben im Kalender gesucht.

Bei einem eingegebenen Termin der nicht im Kalender enthalten ist tritt die in Abbildung 5.15 gezeigte Fehlermeldung auf.



**Abbildung 5.15:** Fehlermeldung bei einem unzulässigen Meilensteintermin  
**Quelle:** eigene Darstellung

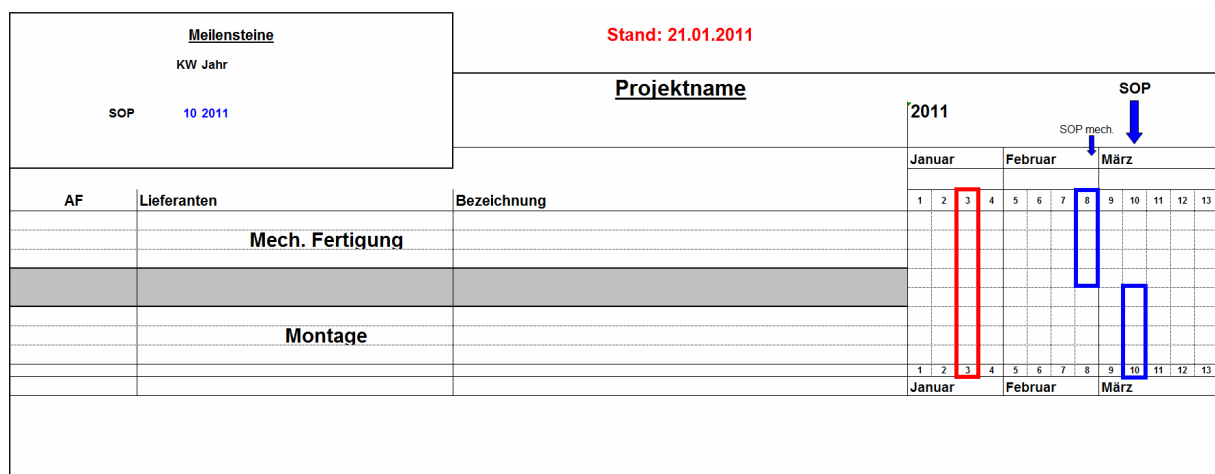
Dem Anwender wird mitgeteilt welche Eingabe von welchem Meilenstein unzulässig ist. Das Programm läuft in diesem Fall normal weiter. Der entsprechende Meilenstein wird lediglich

nicht angezeigt. Liegt das aktuelle Datum außerhalb des vom Kalender abgedeckten Bereichs, wird keine Fehlermeldung ausgegeben. Das ist sinnvoll, da Terminpläne meist für Projekte in der Zukunft erstellt werden. Die ständige Meldung, dass das aktuelle Datum nicht im Kalender enthalten ist, erscheint eher störend als nützlich. Ist ein Termin im Kalender gefunden, werden die Shapes relativ von dieser Zelle ausgehend positioniert.

Bei Motorenfertigungen werden die Versuchsserien in der mechanischen Fertigung zwei Wochen vor der Motormontage durchlaufen, da für die Montage alle fertig bearbeiteten Teile aus der mechanischen Fertigung benötigt werden. Das muss bei der Positionierung der Meilensteine im Kalender beachtet werden. Daher gibt es bei der Auflistung der Positionen im Kalender zwei Bereiche. Einen für die mechanische Fertigung und einen für die Montage. Beide Bereiche werden im Terminplan durch einen grauen Balken klar getrennt.

Beim Einfügen der Shapes müssen neben der Position auch die Maße der Shapes bestimmt werden. Wie bereits von der Anpassung des Kalenders bekannt, ergibt sich hierbei das Problem einer variablen Zeilenanzahl im Terminplan. Daher muss die Höhe der rechteckigen Shapes je nach Anzahl an Zeilen angepasst werden. Hierfür ist die in Abbildung 5.11 erkennbare Trennung zwischen Zeilenanzahl mechanische Fertigung und Zeilenanzahl Montage im Makrospeicher notwendig. Die Höhe der Shapes wird durch den Zugriff der jeweiligen Zeilenanzahl aus dem Makrospeicher variabel gestaltet. Zusätzlich ist die Position des Shapes für die Montage von der Zeilenanzahl der mechanischen Fertigung abhängig.

Abbildung 5.16 zeigt den Terminplan mit den beiden getrennten Bereichen. Der aktuelle Stand ist in rot durch das Datum und ein rechteckiges Shape im Kalender dargestellt. Die Meilensteine sind in blau aufgeführt. Da mehrere blaue Meilensteine im Kalender nicht unterschieden werden könnten, wird der im Terminplankopf enthaltende Name des Meilensteins in den Kalender übertragen.



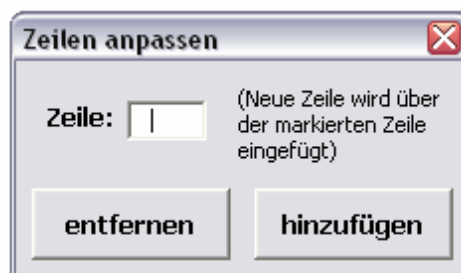
**Abbildung 5.16:** Shapes im Terminplan  
**Quelle:** eigene Darstellung

### 5.3.4 Hinzufügen und Entfernen von Zeilen im Terminplan

Im Bereich 2 des Terminplans werden die einzelnen Positionen aufgelistet.<sup>57</sup> Jede Position steht in einer Zeile der Excel-Tabelle. Um z.B. einer Fertigungslinie eine weitere Arbeitsfolge zuzuordnen muss dem Terminplan demnach eine Zeile hinzugefügt werden. Das manuelle Hinzufügen oder Entfernen von Zeilen ist wegen folgenden Gegebenheiten jedoch nicht ohne weiteres möglich:

Bei der Erzeugung eines terminlichen Ablaufs werden die eingetragenen Werte in der gleichen Zeile des Makrospeichers gespeichert, in der der Terminbalken im Kalender entsteht. Beim Öffnen des Abfragefensters werden die Werte demzufolge aus der entsprechenden Zeile des Makrospeichers gelesen. Würde dem Kalender manuell eine Zeile hinzugefügt werden, verschieben sich die Zeilen der generierten Balken gegenüber den zugehörigen Werten im Makrospeicher. Dies hat zur Folge, dass beim Öffnen des Abfragefensters falsche Daten eingelesen werden. Daher muss bei einer Veränderung der Zeilenanzahl im Kalender immer die gleiche Veränderung im Makrospeicher durchgeführt werden.

Dies wird durch den Einsatz eines Makros sichergestellt. Ein Klick auf den Button „Zeilen hinzufügen / entfernen“ veranlasst das Öffnen des in Abbildung 5.17 dargestellten Fensters. Bei Eingabe einer Zeilennummer wird die entsprechende Zeile markiert. Nun kann gewählt werden, ob an dieser Stelle eine Zeile hinzugefügt oder die Zeile entfernt werden soll. Das Makro führt automatisch den gleichen Befehl im Makrospeicher durch. So ist gewährleistet, dass die Daten eines Terminbalkens immer in der richtigen Zeile des Makrospeichers hinterlegt sind.



**Abbildung 5.17:** Eingabefenster „Zeilen anpassen“  
**Quelle:** eigene Darstellung

Eine Änderung von Zeilen im Kopf des Terminplans ist nicht möglich. Dadurch würde der erforderliche einheitliche Zugriff auf die Kalenderdaten verloren gehen. Deshalb wird das Einfügen von Zeilen in diesem Bereich unterbunden. Zusätzlich ist es nicht möglich zwischen der mechanischen Fertigung und der Montage Zeilen zu verändern (grauer Bereich in Abbildung 5.16). Die beiden Bereiche müssen wegen der unterschiedlichen Termine der Meilensteine eindeutig getrennt sein.

<sup>57</sup> Vgl. Kapitel 5.2.

### **5.3.5 Verhindern von Funktionsstörungen der Softwareanwendung**

Einige Makros greifen direkt auf bestimmte Zellen im Terminplan zu. Der Wert und die Position dieser Zellen darf nicht verändert werden, da hierdurch die Funktionsweise mancher Makros beeinträchtigt wird. Aus diesem Grund muss verhindert werden, dass Änderungen an diesen Zellen vorgenommen werden.

In der Softwareanwendung erledigt ein Blattschutz diese Aufgabe. Bei jedem Öffnen der Arbeitsmappe wird das gesamte Tabellenblatt „Makrospeicher“ und bestimmte Bereiche im Terminplan geschützt. Im Terminplan wird speziell die Änderung an den Kalenderdaten verhindert, da auf diesen Bereich vermehrt zurückgegriffen wird. Andere Bereiche müssen jedoch änderbar sein. Insbesondere betrifft dies die Termine der Meilensteine und die Bezeichnung der aufgeführten Positionen.

Der Blattschutz kann über das Excel Menü aufgehoben werden. Damit Änderungen in den geschützten Bereichen nur von bestimmten Personen durchführbar sind kann das Aufheben des Blattschutzes durch ein Passwort abgesichert werden.



## 5.4 Anwendung und Bewertung der Softwareanwendung

Im Folgenden wird mit der entwickelten Softwareanwendung ein Terminplan für ein fiktives Projekt erstellt. Ausgehend von einem Projektszenario wird zunächst auf Besonderheiten eingegangen, die bei der Erstellung des Terminplans auftreten. Anhand der erfolgten Darstellung des Projektablaufs wird im Anschluss die terminliche Situation eines konkreten Zeitpunktes analysiert. Die Bewertung der Softwareanwendung erfolgt am Ende des Kapitels.

### 5.4.1 Projektszenario

In einem Produkt-Strategie-Gremium wurde am 20.06.2010 der Bau für ein neues Motorenwerk in Shenyang (China) entschieden. Das Werk soll ab Dezember 2012 Motoren des Typs EA111 1,4l und 1,6l in einer Stückzahl von 300.000 Motoren pro Jahr produzieren. Mit diesen Motoren soll unter anderem das benachbarte Fahrzeugwerk beliefert werden.

Die Motorplanung wird mit der Realisierung des Projektes beauftragt.

### 5.4.2 Erstellung des Terminplans für das Projekt<sup>58</sup>

Ausgehend vom vorgegebenen Produktionsstart werden als erstes die Termine der Versuchsserien festgelegt. Die Nullserie erfolgt erfahrungsgemäß ca. drei Monate vor dem Produktionsstart und die Produktionsversuchsserie wiederum ca. drei Monate vor der Nullserie. Bei einem Produktionsstart im Dezember 2012 ergeben sich daraus die folgenden Termine:

- SOP: KW 50 / 2012
- OS: KW 38 / 2012
- PVS: KW 26 / 2012

Stehen die Ecktermine des Gesamtprojektes fest, kann die Planung der Beschaffungsabläufe einzelner für die Fertigung benötigter Maschinen beginnen. Eine sinnvolle Auflistung der zu beschaffenden Maschinen im Terminplan verbessert die Gesamtübersicht und erleichtert die Terminplanung. Maschinen werden daher den entsprechenden Fertigungslinien zugeordnet.

---

<sup>58</sup> Dieses Kapitel beschreibt Besonderheiten, die bei der Erstellung eines Terminplans für die Umsetzung neuer Motorenfertigungen auftreten. Die Vorgehensweise, wie mit der Softwareanwendung ein Terminplan erstellt wird, ist in dem im Anhang befindlichen Handbuch für die Softwareanwendung beschrieben.

Die Maschinenfähigkeiten von Arbeitsfolgen in einer Fertigungslinie werden meist hintereinander nachgewiesen. Die bearbeiteten Teile einer Arbeitsfolge können dadurch für die MFU der nächsten Arbeitsfolge verwendet werden. Bei einer sortierten Auflistung der Maschinen nach ablaufender Arbeitsfolge ergibt sich somit eine gestufte Darstellung der MFU in einer Fertigungslinie. Eine solche Sortierung erleichtert die Planung der Termine.

Alle Maschinenfähigkeiten müssen vor der PVS nachgewiesen sein. Daher liegt die MFU der letzten Arbeitsfolge einer Fertigungslinie, bei einer Planung ohne Pufferzeit, direkt vor der PVS. Die Termine der MFU können dadurch bereits konkret eingeplant werden. Ausgehend von der MFU bietet sich für die Berechnung des vorherigen Terminablaufs eine Rückwärts-terminierung an. Für die Planung der Dauer einzelner Vorgänge spielen Erfahrungswerte eine wichtige Rolle. Andere Aspekte gilt es jedoch auch zu beachten. So sollte z.B. bei der Planung der Lieferzeit die aktuelle Marktsituation berücksichtigt werden.

Zu der Errichtung eines neuen Werkes gehört, neben der Beschaffung von Maschinen und Anlagen, der Bau einer Fabrikhalle. Mit der Aufstellung der Maschinen und Anlagen kann erst begonnen werden, wenn der Bau der Halle abgeschlossen ist und die Flächen freigegeben sind. Aus diesem Grund wird die Fertigstellung des Hallenbaus in den Terminplan aufgenommen. Dabei wird zwischen Freigabe zur Aufstellung der Filteranlagen und Freigabe zur Aufstellung der Maschinen für die Fertigungslinien unterschieden. Zusätzlich ist es sinnvoll den Termin der Medienverfügbarkeit (Strom, Wasser, Druckluft etc.) aufzunehmen, da dies zur Inbetriebnahme der Maschinen erforderlich ist.

Konkrete Lieferanten stehen erst nach erfolgtem Vertragsabschluss fest und können daher erst ab diesem Zeitpunkt angegeben werden. Der genaue Termin der BÜ wird ebenfalls mit dem Vertrag festgelegt. Da die BÜ vor der OS stattfinden sollte, wird der Termin bei der Planung zunächst eine Woche vor die OS gesetzt.

Sind alle Termine in dem Terminplan enthalten, ist die erste Planung abgeschlossen. Dieser Planungsstand bleibt während der Projektdurchführung jedoch meist nicht lange bestehen. Aufgrund von unvorhersehbaren Vorkommnissen treten häufig Änderungen im Terminablauf auf. Der Terminplan muss daher kontinuierlich an die aktuelle Situation angepasst werden. Nur so behält er seine Aussagekraft.

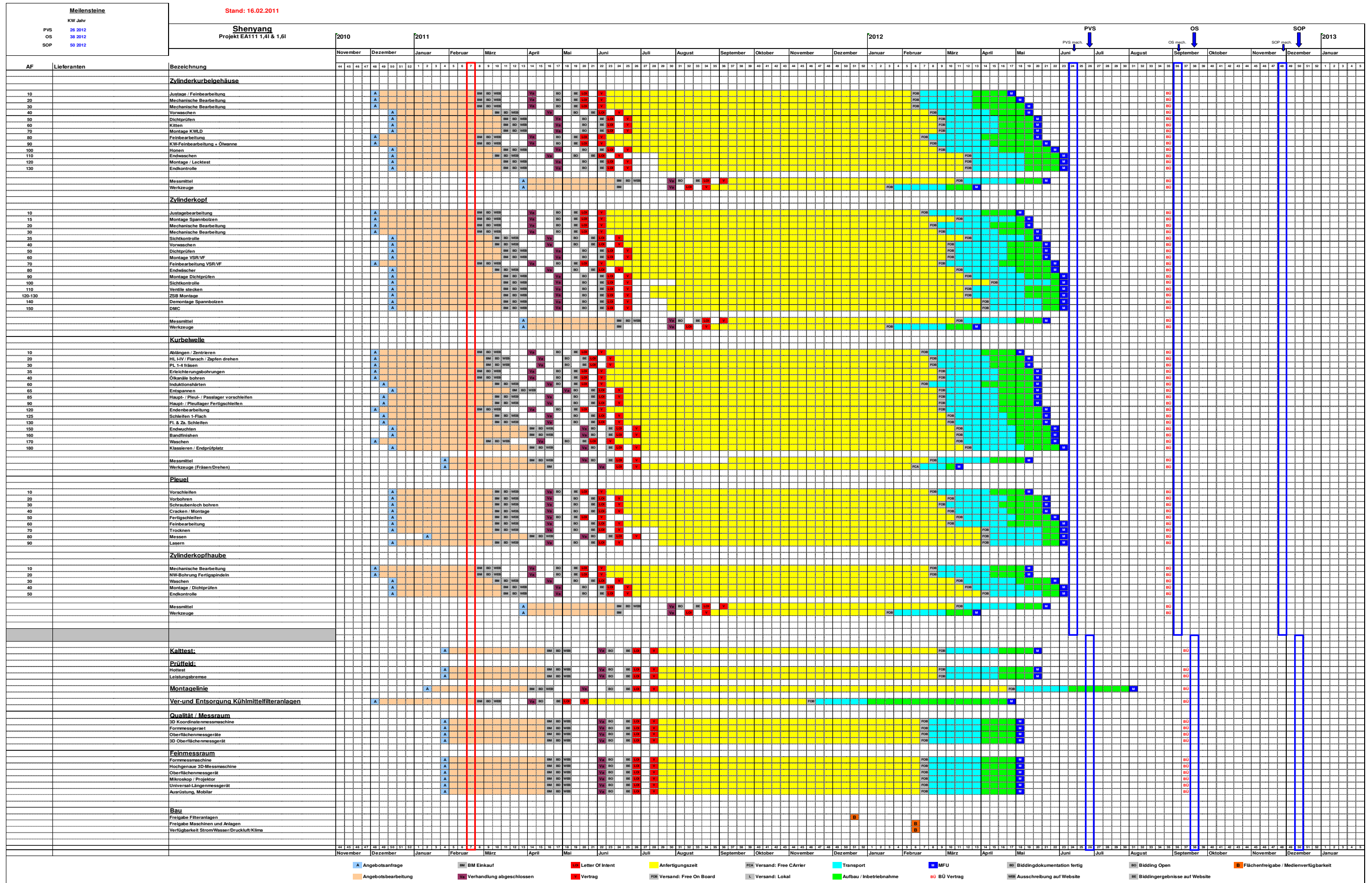


Abbildung 5.18: Projektablauf Shenyang eigene Darstellung

### 5.4.3 Analyse der Projektsituation

Abbildung 5.18 zeigt den Terminplan für das Projekt Shenyang EA111 vom 16.02.2011. Die Projektplanung ist abgeschlossen und das Projekt befindet sich zurzeit am Anfang der Durchführungsphase. Während der Projektplanung entstand u.a. der gezeigte Terminplan. Darin sind insbesondere die terminlichen Abläufe aller Beschaffungsumfänge für das neue Werk aufgeführt.

Es ist zu erkennen, dass sich die meisten Beschaffungsumfänge gegenwärtig in der Angebotsbearbeitung befinden. In der nächsten Woche sollen die ersten Betriebsmittelanforderungen fertig gestellt und an den Einkauf übergeben werden. Da die Projektmitarbeiter meist nicht nur in ein Projekt involviert sind, ist es für die Projektsteuerung sinnvoll die zuständigen Projektmitarbeiter an ihre Aufgabe zu erinnern. So wird verhindert, dass die Termine in Vergessenheit geraten und dadurch nicht eingehalten werden.

Im Terminplan ist auffallend ersichtlich, dass der Aufbau der Montagelinie zu dem geplanten PVS Termin nach jetzigem Planungsstand noch nicht abgeschlossen ist. Das liegt an der langen Lieferzeit, die von den Lieferanten angekündigt wurde. Bei dieser Lieferdauer ist selbst bei einem Lufttransport der Anlage nicht sichergestellt, dass der Aufbau vor dem beabsichtigten PVS Termin abgeschlossen ist. Daher ist es unbedingt notwendig eine kürzere Lieferzeit der Lieferanten von der Montagelinie zu erzielen. Bei dem aktuellen Projektfortschritt könnte dafür in Ausnahmefällen auch die Einbindung von weiteren Lieferanten in Betracht gezogen werden.

Im Allgemeinen kann dem Terminplan entnommen werden, dass die meisten Beschaffungsumfänge den Bidding-Prozess durchlaufen. Bei den Werkzeugen ist dies nicht der Fall, da es sich hierbei um Verbrauchs- und nicht um Investitionsgüter handelt.

Messmittel und Werkzeuge haben grundsätzlich eine kürzere Lieferzeit als komplette Maschinen und Anlagen. Daher startet die Angebotsanfrage erst zu einem späteren Zeitpunkt. Bei der Kurbelwelle werden die Messmittel mit dem Endprüfplatz in einem Beschaffungsumfang angefordert. Somit beginnt die Beschaffung der Messmittel in diesem Fall früher. Wegen der geringen Anfertigungszeit der Messmittel entsteht eine Pufferzeit zwischen Vertrag und Anfertigungsbeginn.

Außer der Montagelinie werden nach jetzigem Planungsstand alle Fertigungslinien rechtzeitig aufgebaut und die Maschinenfähigkeiten vor der PVS nachgewiesen sein.

#### **5.4.4 Bewertung der Softwareanwendung**

Der Funktionsumfang der Softwareanwendung ist auf die Erstellung von Terminabläufen begrenzt. Andere Funktionen, die bei vielen erhältlichen Projektmanagement Softwaresystemen verfügbar sind (z.B. Kostenplanung oder Ressourcenplanung), sind nicht vorhanden und können daher auch nicht bewertet werden.

Die Bewertung erfolgt im Hinblick auf die Handhabung und der resultierenden Darstellung getrennt. Zum Abschluss der Bewertung werden Verbesserungsvorschläge aufgezeigt und ein Fazit gezogen.

##### **5.4.4.1 Handhabung**

Bei der Erstellung eines Terminplans für die Umsetzung neuer Motorenfertigungen stellt sich die Softwareanwendung als gutes Hilfsmittel heraus. In wenigen Schritten ist ein Kalender erzeugt, der den gesamten Projektzeitraum abdeckt. Wichtige Meilensteine können in dafür vorgesehene Felder eingetragen und im Anschluss automatisch auf den Kalender übertragen werden. So sind die wichtigsten Termine des gesamten Projektes schnell erfasst und deutlich im Terminplan zu erkennen. Eine wichtige Funktion stellt die Erzeugung von Terminabläufen einzelner Beschaffungsumfänge dar. Durch die Eingabe von wenigen Daten kann der gesamte Terminablauf mit allen wichtigen Meilensteinen und Vorgängen schnell und unkompliziert im Kalender dargestellt werden. Die Rückwärtsterminierung ermöglicht dabei die Bestimmung des Terminablaufs ausgehend von den Zielterminen. Eine flexible Anpassung von einzelnen Terminen im Gesamtablauf ist durch erweiterte Eingabemöglichkeiten erreichbar.

Die Softwareanwendung ist sehr speziell auf die Erzeugung vordefinierter Terminabläufe ausgelegt. Die terminliche Lage einzelner Vorgänge und Meilensteine kann zwar flexibel angepasst werden, das Hinzufügen von anderen Terminen ist jedoch nicht ohne weiteres möglich. Diese müssten auf manuellem Weg in die Excel-Tabelle eingefügt werden (z.B. Fertigstellung des Hallenbaus). Treten in dem Projektablauf vermehrt wiederholende Vorgangfolgen auf könnte die Programmierung einer gesonderten oder erweiterten Abfrage sinnvoll sein. Bei einzelnen Terminen, die selten angepasst werden müssen, lohnt sich dies jedoch nicht.

#### **5.4.4.2 Darstellung**

Durch das Aufzeigen aller bei der Beschaffung einer Maschine durchlaufenden Vorgänge in einer Zeile ergibt sich eine sehr kompakte Darstellung mit dennoch guter Gesamtübersicht. Der aktuelle Projektstand und die wichtigsten Meilensteine sind auf den ersten Blick erkennbar. Bei genauer Betrachtung kann die terminliche Situation einzelner Beschaffungsumfänge angesehen und beurteilt werden. Konkrete Termine und Pufferzeiten werden dabei erkannt. Kritische Abläufe fallen bereits bei der Betrachtung des gesamten Terminplans auf, da die MFU in diesem Fall hinter der PVS liegt.

Demnach sind alle relevanten Informationen in dem Terminplan enthalten und bereits bei einem Ausdruck auf DIN A3 gut erkennbar. Für die Pinnwand eignet sich der Terminplan in dieser Darstellungsform ebenfalls gut. Er kann so für Präsentationen oder zur Unterstützung der täglichen Projektarbeit in der Projektsteuerung und -leitung verwendet werden.

#### **5.4.4.3 Verbesserungsvorschläge**

Die Entwicklung einer Software ist selten an einem bestimmten Zeitpunkt komplett abgeschlossen. Dies kann an den Updates erkannt werden, die von vielen Softwareherstellern in regelmäßigen Zeitabständen angeboten werden. Es gibt immer neue Ideen, aufgedeckte Mängel oder sonstige Verbesserungen, die an der entwickelten Software durchgeführt werden können.

Im Folgenden sind einige Verbesserungsvorschläge für die entwickelte Softwareanwendung aufgeführt.

#### **Zusammengehörige Beschaffungsumfänge verknüpfen:**

In einem Beschaffungsumfang können mehrere der im Terminplan aufgelisteten Positionen zusammen abgewickelt werden. Der terminliche Ablauf dieser Positionen ist in diesem Fall bis zum Vertragsabschluss identisch. Durch eine Verknüpfung der zusammenhängenden Positionen könnte eine Änderung der einheitlichen Termine automatisch auf die anderen Positionen übertragen werden. Dadurch würde sichergestellt werden, dass dieselben Termine auch immer demselben Zeitpunkt zugeordnet sind. Zusätzlich verringert sich der Änderungsaufwand, da die entsprechenden Termine nicht für jede Position separat angepasst werden müssen.

In der Darstellung des Terminplans könnten mehrere einem Beschaffungsumfang zugehörige Positionen als zusätzliche Information kenntlich gemacht werden.

### **Globale Terminanpassung:**

Mitunter treten Änderungen im Projektablauf auf, die sich auf mehrere Positionen im Terminplan auswirken (z.B. eine längere Transportdauer). In diesem Fall müsste jede einzelne Position gesondert angepasst werden. Die Möglichkeit einer globalen Anpassung der Termine würde den Änderungsaufwand erheblich verringern.

### **Einbeziehen der Projektmitarbeiter:**

Wird der Terminplan auf einem Netzlaufwerk abgelegt kann er von allen Projektmitarbeitern eingesehen werden. Durch eine Zuteilung der Positionen im Terminplan auf die zuständigen Projektmitarbeiter und die Vergabe von Rechten könnten die Mitarbeiter nur die für sie relevanten Termine einsehen und ggf. anpassen. Eine Erinnerungsfunktion übernimmt die rechtzeitige Erinnerung der Mitarbeiter an ihre Termine. Eine mögliche Rückmeldung der erfolgten Termine durch die Projektmitarbeiter könnte direkt an die Projektsteuerung weitergeleitet werden. Bei nicht rechtzeitig zurückgemeldeten Terminen würde die Projektsteuerung durch eine Meldung benachrichtigt werden. So könnten frühzeitig entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Zurückgemeldete Termine könnten im Terminplan z.B. durch einen schwarzen Balken im Terminablauf kenntlich gemacht werden.<sup>59</sup> Durch die laufende Anpassung des Terminplans durch alle Projektmitarbeiter wäre immer der aktuelle Projektstand im Terminplan abgebildet.

#### **5.4.4.4 Fazit**

Für die Erstellung von Terminplänen bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen stellt die entwickelte Softwareanwendung ein gelungenes Hilfsmittel dar. Andere im Projektmanagement zu berücksichtigende Elemente, wie Kosten und Ressourcen, können nicht verarbeitet werden.

---

<sup>59</sup> Vgl. Kapitel 2.2.3.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Umgang mit Terminen gibt es verschiedene Methoden. Jede Methode hat Vorteile in einem anderen Einsatzgebiet. Die Terminliste ist zur ersten Erfassung aller vorhandenen Vorgänge in einem neuartigen Projekt gut geeignet. Bei vielen Vorgängen und zeitlichen Abhängigkeiten wird die Terminliste jedoch schnell unübersichtlich. Netzpläne bieten eine gute Möglichkeit den Terminablauf mit allen Abhängigkeiten darzustellen. Terminberechnungen können mit ihnen übersichtlich durchgeführt werden, wodurch sich kritische Pfade und einzelne Pufferzeiten ermitteln lassen. Da alle Zeitangaben durch Zahlen erfolgen ist es bei der Betrachtung des Netzplans schwer eine klare Vorstellung von den zeitlichen Abläufen in dem Projekt zu bekommen. Der Balkenplan bietet hierfür eine bessere Lösung. Durch die proportionale Darstellung von Vorgangsbalken auf einer Zeitachse wird dem Betrachter bei dieser Methode ein optischer Bezug zur Zeit vermittelt. Der Balkenplan stellt sich aus diesen Gründen als beste Darstellungsmethode für die Verwendung in der Projektsteuerung heraus.

In einem Balkenplan werden einzelne Vorgänge normalerweise in einer eigenen Zeile dargestellt. Bei einer Aufführung von vielen Vorgängen wird der Terminplan daher sehr lang gestreckt. Durch eine Versetzung von zeitlich nacheinander folgenden Vorgängen auf eine Zeile kann bei der Darstellung des Terminablaufs viel Platz eingespart und somit eine bessere Gesamtübersicht erzielt werden.

Im Projektablauf bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen liegt der Schwerpunkt bei der Beschaffung und Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen. Für jede Beschaffungseinheit ist der grundsätzliche Ablauf gleich, wobei alle auftretenden Vorgänge zeitlich hintereinander liegen. Durch die Anordnung dieser Vorgänge in einer Zeile konnte ein übersichtlicher Terminplan des gesamten Projektablaufs geschaffen werden.

Für die Darstellung von terminlichen Abläufen gibt es eine Vielzahl an Softwareanwendungen. Oftmals handelt es sich hierbei um Softwaremodule, die in teilweise komplexer Anwendungssoftware für das Projektmanagement integriert sind. Mit ihnen können außer Termine häufig auch Kosten, Ressourcen und weitere Faktoren verarbeitet werden. Die Verwendung derartiger Softwaresysteme zur ausschließlichen Verarbeitung von Terminen ist nicht sinnvoll. Das liegt u.a. an dem Aufwand, der für die Erstellung eines Terminplans in der geforderten Darstellungsform erforderlich ist. Weiterhin sind diese Systeme meist nicht standardmäßig in einem Unternehmen vorhanden. Sie müssten zunächst beschafft und eingeführt werden, wodurch ein zusätzlicher Zeitaufwand und hohe Kosten entstehen können.



In der Arbeit wurde eine Softwareanwendung in Microsoft Excel vorgestellt, welche die Erstellung einer übersichtlichen Darstellung des gesamten Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen ermöglicht. Durch eine Programmierung von speziell ausgerichteten Makros konnte der Aufwand zur Erzeugung und Anpassung der Terminpläne gering gehalten werden. Dies wurde u.a. durch eine zielgerichtete Terminabfrage der im Projektablauf auftretenden Vorgänge erreicht. Die bekannte Microsoft Benutzeroberfläche und ein strukturierter Aufbau des Terminplans bieten eine weitestgehend selbsterklärende Bedienung der Softwareanwendung.

Die entwickelte Softwareanwendung ist auf die Verarbeitung von Terminen beschränkt. Andere im Projektmanagement vorhandene Faktoren können nicht berücksichtigt und müssen daher separat behandelt werden. Die Verwendung von mehreren Systemen hat jedoch einige Nachteile. So kann es z.B. schnell zu Datenredundanz kommen, wodurch eine aufwendige Datenpflege notwendig ist und inkonsistente Daten entstehen können. Durch Projektmanagement Software könnten derartige Probleme vermieden werden. Mit ihnen sind alle in einem Projekt vorhandenen Daten in einem System enthalten und können für verschiedene Aufgabenbereiche verwendet werden. Zusätzlich bieten diese Softwaresysteme nützliche Funktionen, wie z.B. eine Zuteilung von Ressourcen, wodurch eine optimale Projektplanung und -durchführung ermöglicht wird. Der erwähnte Aufwand für die Erstellung von Terminplänen könnte durch eine benutzerdefinierte Anpassung der Software verringert werden. Aus diesen Gründen sollte die Nutzung von Projektmanagement Software in Betracht gezogen werden.

Um die tatsächliche Zweckmäßigkeit des Einsatzes von Projektmanagement Software zu ergründen müsste eine umfangreiche Aufwand- / Nutzenanalyse durchgeführt werden. Dabei sollte der Aufwand, welcher im Umgang mit der Software entsteht, ermittelt und mit dem daraus zu ziehenden Nutzen verglichen werden. Alle durch den Einsatz der Software entstehenden Kosten sind bei der Analyse zu berücksichtigen.

## Literaturverzeichnis

Ausschreibungsgesetz der VR China (2000), Verabschiedet vom Ständigen Ausschuss des Nationalen Volkskongresses am 30.08.1999.

Burghardt, M. (1997), Projektmanagement. Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten, 4. Auflage, Publicis Corporate Publishing, Erlangen.

Burghardt, M. (2007), Einführung in Projektmanagement. Definition, Planung, Kontrolle, Abschluss, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage, Publicis Corporate Publishing, Erlangen.

DIN 69900 (2009), Projektmanagement - Netzplantechnik; Beschreibungen und Begriffe, Beuth Verlag, Berlin.

DIN ISO 8601 (2006), Datenelemente und Austauschformate - Informationsaustausch - Darstellung von Datum und Uhrzeit, Beuth Verlag, Berlin

Domschke, W.; Drexl, A. (2005), Einführung in Operation Research, 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer, Heidelberg.

Felkai, R.; Beiderwieden, A. (2011), Projektmanagement für technische Projekte. Ein prozessorientierter Leitfaden für die Praxis, 1. Auflage, VIEWEG+TEUBNER, Wiesbaden.

Gössinger, R.; Lehner, F. (2009), Unscharfe Mengen bei der Koordination von Produktionsanlaufprojekten mit Hilfe von Netzplänen, in: Neuntes Dienstleistungskolloquium am 09.10.2009 an der Universität Kaiserslautern, hrsg. V. H. Corsten, Kaiserslautern, S. 68 – 93.

Hab, G; Wagner, R. (2010), Projektmanagement in der Automobilindustrie. Effizientes Management von Fahrzeugprojekten entlang der Wertschöpfungskette, 3. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden.

Internationale Handelskammer (2010a), ICC Incoterms-Regeln,  
Internet: <http://www.icc-deutschland.de/index.php?id=46&L=0> (Zugriff: 17.02.2011).

Internationale Handelskammer (2010b), FOB - Frei an Board,  
<http://www.icc-deutschland.de/index.php?id=125> (Zugriff: 17.02.2011)

Internationale Handelskammer (2010c), FCA - Frei Frachtführer,  
<http://www.icc-deutschland.de/index.php?id=122> (Zugriff: 17.02.2011).

Jakoby, W. (2010), Projektmanagement für Ingenieure. Gestaltung technischer Innovationen als systemische Problemlösung in strukturierten Projekten, VIEWEG+TEUBNER, Wiesbaden.

Kochendörfer, B.; Liebchen, Jens H. (2010), Bau-Projekt-Management. Grundlagen und Vorgehensweisen, VIEWEG+TEUBNER, 4. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Wiesbaden.

Litke, Hans-D. (2007), Projektmanagement. Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, 5. erweiterte Auflage, Hanser, München.

Madauss, Bernd J. (2000), Handbuch Projektmanagement, 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.

Meyer, M. (1/2008), PM-Software: Inloox. Projekte im Alltag, Alltag in Projekten, in: projekt-MANAGEMENT aktuell, S. 32 - 35.

Meyer, M. (1/2010), PM-Software: SiteTracker. Spezialist für Roll-Out-Projekte, in: projekt-MANAGEMENT aktuell, S. 33 - 35.

Radel, J. (2003), Visual Basic für technische Anwendungen. Grundlagen, Beispiele und Projekte für Schule und Studium, 3. Auflage, Vieweg & Sohn, Wiesbaden

Reinhart, G.; Milberg, J. (1996), Time to Market. Von der Idee zum Produktionsstart, Herbert Utz Verlag, München

Schreckeneder, Berta C. (2010), Projektcontrolling, 3. Auflage, Haufe-Lexware, Freiburg.

Zimmermann, J.; Stark, C.; Rieck, J. (2010), Projektplanung. Modelle, Methoden, Management, 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer, Heidelberg.

## **Anhang**

Handbuch für den Umgang mit der Softwareanwendung zur Erstellung von Terminplänen

# Handbuch

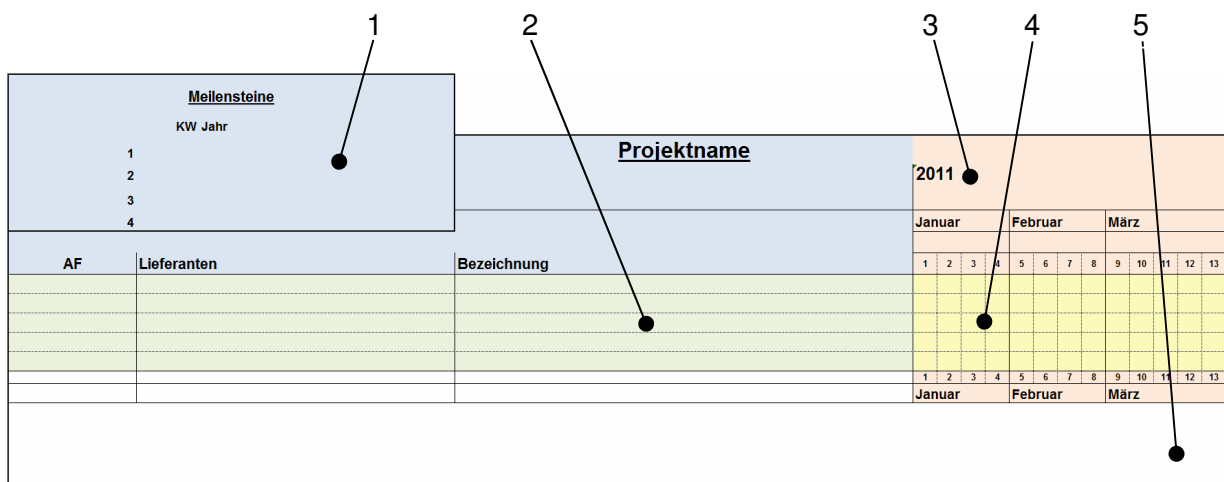
für den Umgang mit der Softwareanwendung zur Erstellung von Terminplänen

Das vorliegende Handbuch gibt eine Einführung in die Softwareanwendung. Es wird die Vorgehensweise zur Erstellung eines Terminplans erläutert und dargestellt, worauf bei der Anwendung zu achten ist. Eine ausführliche Beschreibung über die Funktionsweise der Softwareanwendung befindet sich in der Arbeit „Methoden zur Darstellung des Projektablaufs bei der Umsetzung neuer Motorenfertigungen“.

## Aufbau des Terminplans:

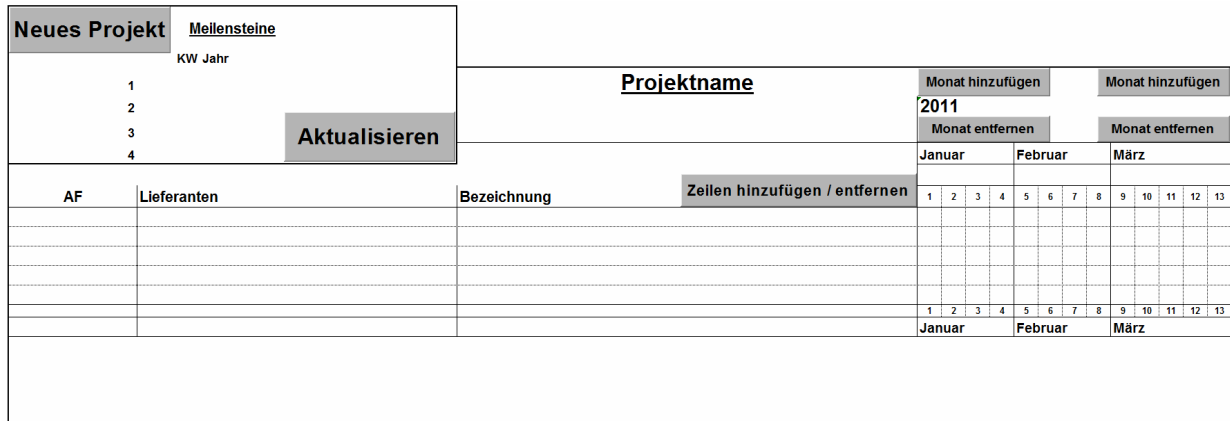
Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Terminplans. Er ist in fünf Bereiche unterteilt:

- 1 Im ersten Bereich stehen die grundlegenden Informationen über das Projekt. Dies sind insbesondere der Projektname und die Termine von wichtigen Meilensteinen.
- 2 Unter dem Terminplankopf stehen die Benennungen für die einzelnen Positionen.
- 3 Der dritte Bereich stellt die Kalenderdaten dar.
- 4 In Bereich 4 werden die Terminabläufe der aufgelisteten Positionen abgebildet.
- 5 Im unteren Bereich des Terminplans können zusätzliche Informationen, wie z.B. eine Legende aufgeführt werden.



**Abbildung 1:** Aufbau des Terminplans  
**Quelle:** eigene Darstellung

Für den Umgang mit dem Terminplan sind mehrere Makros vorhanden. Abbildung 2 zeigt die Buttons, die für die Auslösung der Makros zuständig sind. Mit ihnen können verschiedene Aktionen ausgeführt werden.



**Abbildung 2:** Buttons im Terminplan  
**Quelle:** eigene Darstellung

**Erstellen des Terminplans für ein neues Projekt:**

Für die Erstellung des Terminplans für ein neues Projekt muss zunächst auf den Button „Neues Projekt“ geklickt werden. Daraufhin öffnet sich das in Abbildung 3 gezeigte Fenster. Darin kann der Projektname und der Zeitraum für das Projekt eingegeben werden. Bei der Ausführung des Makros muss beachtet werden, dass hierdurch die Termindaten des aktuellen Projektes gelöscht werden. Daher ist ein vorheriges Speichern der Daten dringend erforderlich. Nach der Erstellung des neuen Projektes sollte dieses unter einem neuen Namen gespeichert werden. Damit wird ein Überschreiben des „alten“ Terminplans verhindert.



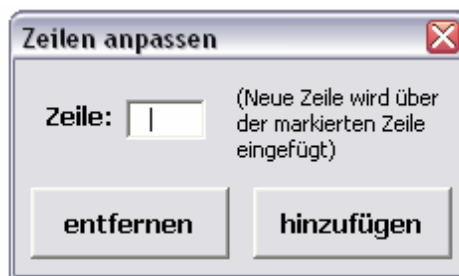
**Abbildung 3:** Eingabefenster zur Erstellung eines neuen Projektes  
**Quelle:** eigene Darstellung

### Kalender anpassen:

Im Laufe des Projektes kann es aufgrund von Terminverschiebungen notwendig sein den ursprünglich generierten Kalender anzupassen. Dafür sind in der jeweiligen oberen Ecke des Kalenders Buttons positioniert, mit denen Monate auf der jeweiligen Seite des Kalenders hinzugefügt bzw. entfernt werden können.

### Zeilen hinzufügen und entfernen:

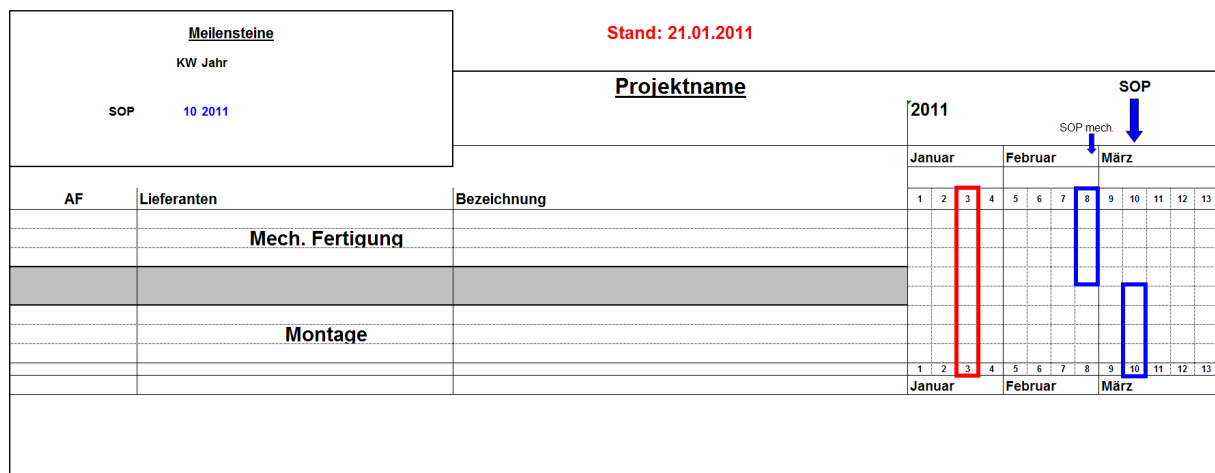
Mit dem Button „Zeilen hinzufügen / entfernen“ können Zeilen in dem Terminplan angepasst werden. Dies geschieht über das in Abbildung 4 dargestellte Fenster, welches durch einen Klick auf den Button geöffnet wird.



**Abbildung 4:** Eingabefenster „Zeilen anpassen“  
**Quelle:** eigene Darstellung

### Terminplan aktualisieren und Meilensteine erzeugen:

In dem Terminplankopf können wichtige Meilensteine der gesamten Fertigung eingetragen werden. Durch einen Klick auf „Aktualisieren“ lassen sich diese Termine auf den Kalender übertragen. Gleichzeitig wird der Stand auf das aktuelle Datum gesetzt. Wie in Abbildung 5 zu erkennen, sind Meilensteine in blau und der aktuelle Stand in rot gekennzeichnet.



**Abbildung 5:** Terminplan aktualisieren  
**Quelle:** eigene Darstellung



## Erstellen von Terminabläufen:

In Bereich 2 des Terminplans lassen sich Benennungen für einzelne Positionen eintragen. Für jede aufgelistete Position lässt sich ein Terminablauf erzeugen, der im Kalender dargestellt wird. Dazu ist zunächst ein Doppelklick auf die entsprechende Zeile erforderlich. Daraufhin öffnet sich das in Abbildung 6 dargestellte Abfragefenster. Hier können die terminlichen Daten eingetragen werden. Unter „Erweitert“ lassen sich weitere Anpassungen des Terminablaufs vornehmen. Durch einen Klick auf „Übernehmen“ bzw. „OK“ wird der Terminbalken bei korrekten Eingaben in dem Kalender erzeugt. Bei unzulässigen Eingaben wird eine Fehlermeldung ausgegeben, die Hinweise auf die Ursache des Problems enthält.

**AF 10 Vorschleifen**

Vorwärtsterminierung | Rückwärtsterminierung

	KW	Jahr
Anfrage:	6	2011
BM:	17	2011
Lieferzeit:	40	[Wochen]
Aufbau:	4	[Wochen]
MFU:	29	2012
BÜ Vertrag:	47	2012

Versand:  FOB  FCA  Lokal

**Erweitert**

BM bis Verhandlung: BM → Va 6 [Wochen]

Verhandlung bis LOI: Va → LOI 2 [Wochen]

LOI bis Vertrag: LOI → V 2 [Wochen]

Vertrag bis Anfertigungsbeginn: V → 0 [Wochen]

Versand:

FOB	6	[Wochen]
FCA	3	[Wochen]
L	1	[Wochen]

Anlieferung bis Aufbaubeginn: 0 [Wochen]

Übernehmen Abbrechen OK

**Abbildung 6:** Abfragefenster mit erweiterten Einstellmöglichkeiten  
Quelle: eigene Darstellung

### **Verhindern von Funktionsstörungen:**

Einige Makros greifen beim Programmablauf auf bestimmte Zellen im Terminplan zu. An diesen Zellen dürfen keine Änderungen vorgenommen werden. Durch einen Blattschutz werden unbeabsichtigte Eingriffe des Anwenders verhindert, die zur Funktionsbeeinträchtigung der Softwareanwendung führen können.

Der Blattschutz deaktiviert u.a. die Funktion zur Formatierung von Zellen. Dadurch ist es nicht möglich Termine manuell in den Kalender einzutragen. Sollen andere Termine, als der „Standardablauf“ beinhaltet, in dem Kalender abgebildet werden muss zunächst der Blattschutz über das Excel Menü aufgehoben werden. Damit stehen alle Funktionen von Excel zur Verfügung. Bei einem deaktivierten Blattschutz ist vor allem darauf zu achten, dass keine Änderungen an den Kalenderdaten vorgenommen werden. Weiterhin sollten manuell keine Zeilen oder Spalten hinzugefügt bzw. entfernt werden. Dies ist mit den dafür vorgesehenen Buttons auszuführen.